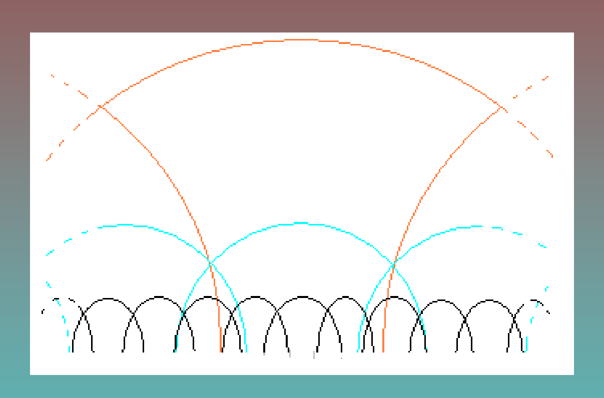
真空、时空、物质和 Smarandache 几何模型

Vacuum, Space-Time, Matter and the Models of Smarandache Geometry

胡昌伟

Hu Chang-Wei



真空、时空、物质和Smarandache 几何模型

胡昌伟

Vacuum, Space-Time, Matter and the Models of Smarandache Geometry

Hu Chang-Wei

This book can be ordered on paper or electronic formats from:

Educational Publishers
1313 Chesapeake Avenue
Columbus, Ohio 43212
USA
Toll Free: 1-866-880-5373
E-mail: info@edupublisher.com
Website: www.EduPublisher.com

Front and back covers by Author

Peer-reviewers:
Dr. Fu Yuhua, 13-603, Liufangbeili, Liufang Street, Chaoyang district, Beijing, 100028 P. R. China
Professor Jiang Zhengjie, The Institute of the Common Administer, Sandong Institute of Business and Technology, Sandong Yantai City, Zip code: 264005, P. R. China

***ISBN:* 978-1-59973-202-2**

Printed in the United States of America

出版前对本书的评论

在洛伦兹变换的流体力学导出的基础上，胡昌伟经过分析后认为：牛顿的绝对时空观，是最基本的时空观，在这里，物理真空是一种可压缩的超流体，它的密度的变化，会引起现实的时空标准的变化，从而导致了偏离绝对时空观的定量效应。相对论性和量子性效应都是定量效应；相对论和量子物理学的时空是被定量效应所“扭曲”的时空。对于这样的描述，他称之为“带着定量效应回归经典”。这一说法既有趣，也很有意义。

——胡素辉教授，原“中国科学”与“科学通报”的特邀编辑

胡昌伟先生研究“以太场”这个主题已经有30多年。在胡昌伟的研究论文以及本书中，他在伽利略变换的基础上，通过一个流体力学的代换，简单地导出了洛伦兹变换。这表明，“以太场”是一种可压缩的超流体；“以太场”的密度对应于引力势；“以太场”密度的变化导致了时空几何结构的变化。因此，“以太场”是相对论的物质基础。

胡先生也把Dr. Florentin Smarandache的一些概念，如Smarandache重空间、Smarandache几何，应用到基本物理学和宇宙学。这在时空物理学的研究上是一个尝试。

物理学是一门发展中的科学。胡昌伟先生对物理现象的新探索，值得引起人们的关注。

——张操教授，美国Utah州立大学和Alabama大学（1985-2002）

有人认为，真空里存在以太或超光速是不可能的，因为这将破坏真空的洛伦兹不变性。胡昌伟则指出：这样的看法是本末倒置了，因为，以太是相对论的物质基础。他指出，相对论是以光和光速不变作为时空衡量工具的一种定量描述理论，它把现实的，由以太引起的时空标准的变化，当作了时空本身的变化，这只是一种可行的数学模型。既然，相对论把光作为时空的衡量工具，它显然描述不了超光速。这些看法应该引起重视。

——杨文熊教授，上海交通大学

Pre-publication reviews

Hu Chang-Wei considers through analysis on the basis of the derivation of the Lorentz transformation by means of fluid mechanics, that Newtonian absolute space-time theory is most basic and real space-time theory, where the physical vacuum is a compressible superfluid, a change of its density can cause a change of actual space-time standards, and thus, leads up to the quantitative effect deviated absolute space-time theory. The effects of relativity and quantum are all quantitative effects, and the space-times of relativity and quantum physics are the space-times twisted by quantitative effects. For some such descriptions, he calls "returning classics with quantitative effects", which is interesting as well as meaningful.

Prof. Hu Su-Hui, Once contributing editor of Chinese Science and Chinese Science Bulletin

Mr. Hu has studied the subject of “ether field” more than 30 years. From his research papers, Lorentz transformation can simply be derived from Galilean transformation by using fluid dynamics. It shows that the density of “ether field” corresponds to gravitational potential, which is a compressible superfluid. The change of density causes the change of space-time geometry. Therefore, the “ether field” is the material basis of relativity theory.

Mr. Hu has also considered some applications of Smarandache's notions, such as Smarandache multi-spaces, Smarandache geometries to fundamental physics and cosmology.

Physics is a developing science. Mr. Hu’s research is an attempt to explore new physics, which deserves people’s attention.

Prof. Tsao chang, Universities of Utah and Alabama (1985-2002)

Some persons think that ether or faster than light velocity can not exist in vacuum

otherwise the Lorentz invariability would be destroyed. While Hu Chang-Wei considers that this point of view is that put the cart before the horse because the ether is the material basis of relativity. He points out the relativity is a theory of quantitative description with light as measure space-time, and it regards the chang of space-time standards as the change of space-time itself, which is only a practicable mathematical model. Since the relativity regards light as a tool of measuring space-time, it is obvious that it does not describe the faster than light velocity. These opinions should be valued.

Prof. Yang Wen-Xiong, Shanghai Communication University

序言

在物理学中，许多基本概念仍旧未得到解决：

什么是时间？它纯粹是相对的吗？

什么是真空？它是指“空的空间”，还是指空间中的介质呢？

什么是质量？它能否被创建出来？

我相信，物理学家们对上述问题没有得到明确的答案。

牛顿说过：真理就像大海一样，我不过就象是一个在海边玩耍的小孩，不时发现一块异常光滑的卵石，而对于展现在我面前的浩瀚的真理海洋，我却全然无知。牛顿的这段话，不仅是他的谦虚，也是客观事实。

举例来说，人们仍然不知道在物理学中时间的明确的定义是什么。

由于受到相对论的影响，人们过分地批评牛顿的绝对时间的观点，从而忽视了其中正确的精华。其实，绝对时间是各种物质运动的相对时间的科学的抽象和提升。在牛顿的绝对时间的表述中，正确的内容是：

1. 绝对时间具有客观性，与个人的感觉无关；
2. 绝对时间具有单向性，历史不可能倒演；
3. 绝对时间均匀地流逝着，与个别物体的运动状态无关。

例如，相对论的先驱者洛仑兹认为，除了相对论时间外，还应该存在一种“真实”的时间（True Time）。作为洛仑兹时间观的表述，一种推广伽利略变换的时间，它对应于宇宙的格林尼治时间。当采用这种时间定义时，同时性是绝对的，其时间箭头都是正向的，超光速运动也不会引起时间的倒演。

所以，出现超光速时，仅仅说明狭义相对论定义的相对时间不再有效，可是并不会破坏因果律。

物理学应该确定一条定理：“时间机器”是不可能的。

关于“真空”，大多数物理学家认为它是特殊的介质，而不是虚空。

由于“真空”这个术语很容易被人误解为虚空，为了避免混淆，我们主张最好是引进术语“以太场”以取代术语“真空”。

胡昌伟先生研究“以太场”这个主题已经有 30 多年。在胡昌伟的研究论文以及本书中，他在伽利略变换的基础上，通过一个流体力学的代换，简单地导出了洛伦兹变换。

这表明，“以太场”是一种可压缩的超流体；“以太场”的密度对应于引力势；“以太场”密度的变化导致了时空几何结构的变化。因此，“以太场”是相对论的物质基础。

胡先生也把 Dr. Florentin Smarandache 的一些概念，如 Smarandache 重空间、Smarandache 几何，应用到基本物理学和宇宙学。这在时空物理学的研究上是一个尝试。

物理学是一门发展中的科学。胡昌伟先生对物理现象的新探索，值得引起人们的关注。

张操，物理学者

2012 年元月

Preface

Many fundamental concepts in physics remain unsolved:

- What is time? Is it pure relative?
- What is the vacuum? Is it void space or special medium?
- What is mass? Can it be created?

I believe that physicists have not got definite answers for the above questions.

Isaac Newton said: I was like a boy playing on the sea-shore, and diverting myself now and then finding a smoother pebble or a prettier shell than ordinary, whilst the great ocean of truth lay all undiscovered before me.

For instance, we still do not know what the clear definition of time in physics is. Because of the influence of relativity, there is too much criticism of Newton's point of absolute time, thus ignoring the right essence. In fact, the absolute time is the scientific abstract and enhanced expression of all kinds of relative time.

In Newton's absolute time expressions, the right contents are:

(1).The absolute time is objective, which has nothing to do with personal feeling;

(2).The absolute time is always in positive direction so that history can never be played again;

(3). The absolute time runs uniformly, independent of the movement of individual objects.

Lorentz was a pioneer in the theory of relativity. He mentioned that there should be a "real" time (True Time) in addition to the relative time. The definition of time in the generalized Galilean transformation is an expression of the Lorentz' "real" time, which corresponds to the universal GMT. When using this definition of time, simultaneity is absolute; the arrow of time is positive. Superluminal motion would not cause time reversal.

Therefore, Physics should give a theorem: "Time Machine" is impossible.

As far as the term "vacuum", most physicists consider it as special medium, instead of void space. To avoid confusion, it is better to introduce a term "ether field" to replace "vacuum".

Mr. Hu has studied the subject of "ether field" more than 30 years. From his research papers, Lorentz transformation can simply be derived from Galilean transformation by using

fluid dynamics. It shows that the density of “ether field” corresponds to gravitational potential, which is a compressible superfluid. The change of density causes the change of space-time geometry. Therefore, the “ether field” is the material basis of relativity theory.

Mr. Hu has also considered some applications of Smarandache's notions, such as Smarandache multi-spaces, Smarandache geometries to fundamental physics and cosmology.

Physics is a developing science. Mr. Hu’s research is an attempt to explore new physics, which deserves people’s attention.

Tsao Chang, Chinese-American Physicist

2012

特殊名词说明

1、以太：一种真空态的物质，即物理真空，它本身无所谓质量，是它的密度的不均匀分布造就了相对论性质量。

2、元气：中国古代对真空态物质的称呼。

3、实物：有质量的物质，以太密度波包的核心。

4、绝对描述：是以绝对时空观为基础的物理描述，即牛顿描述。

5、定量描述：以实验数据为基础的物理描述。因为现实的衡量时空的标准工具或多或少地会随着环境而变化，因此，它与绝对描述之间会有一定的差异。

6、定量效应：由绝对描述和定量描述之间的差异造成的效应，或者说，由现实的时空标准的可变性造成的效应。

7、Smarandache 否定公理：一个公理在同一空间中同时表现出成立或不成立，或至少以两种以上方式表现不成立，这个公理就被称之为 Smarandache 否定公理。

8、Smarandache 几何：至少含有一个 Smarandache 否定公理的几何被称为 Smarandache 几何。

9、宇观：星系和星系团的空间区域，它比宏观大一级，正如宏观比微观大一级一样。

Explanation of Particular Nouns

1. Ether: a matter of vacuum state, namely physical vacuum, which is without mass itself, it is its unhomogeneous density distribution creates relativistic mass.

2. Qi: a matter of vacuum state what called by ancient Chinese.

3. Object: the matter with mass, is the core of the ether density wave-packet.

4. Absolute description: it is a physical description on the basis of absolute space-time theory, namely the Newtonian description,

5. Quantitative description: it is a physical description on the basis of experimental data. There are certain differences between quantitative and absolute descriptions because actual standard tools measured space-time can vary with environment more or less.

6. Quantitative effect: it is a effect caused by the differences between quantitative and absolute descriptions, or a effect created by the variability of actual space-time standards.

7. Smarandachely denied axiom: an axiom behaves in at least two different ways within the same space, i.e., validated and invalided, or only invalided but in multiple distinct ways.

8. Smarandache Geometry: it is a geometry which has at least one Smarandachely denied axiom.

9. Mucroscopic: the space range of galaxies and cluster of galaxies, it is greater by one level than the macroscopic just as the macroscopic is greater by one level than the microscopic.

目　　录

第八章 以太的宇观作用

第九章 宇宙的 Smarandache 几何模型

第一章 导论

宏观的万有引力、电磁作用等是真空现象；微观的自发对称性破缺（spontaneous symmetry breaking）、夸克囚禁（quark confinement）等是真空现象；现代宇宙学中的微波背景辐射和暗能量等也是真空现象。因此，许多物理学家意识到：21 世纪将是真空的世纪[1]。本文想要展示的就是有关真空、时空、物质及它们之间内在联系的一系列新的看法。本书的视野，小到轻子夸克，大到整个宇宙，内容庞杂，但最基本的关键词是 3 个：物理真空（以太）、定量效应和 Smarandache 的有关概念。

1.1、物理真空（以太）

鉴古而知今，把历史这面镜子擦亮了，才能更好地把握今天，展望明天。

真空的本意是一无所有的虚空。最早，人们认为，世界由实物和真空构成。后来，人们渐渐地意识到，实和虚是相对的。两个人站在地面上，他们之间的空间看起来好象没有什么东西，但如果仔细观察，空中弥漫着尘埃；进一步用仪器探测的话，尘埃之间又充斥着空气分子，如此等等。现代物理学显示，没有任何粒子的真空态中，也存在着真空起伏、真空隧道效应、真空相变等等，说明真空类似于介质[2]，是一种特殊的物质状态。本书的真空，指的就是真空态的物质，或物理真空。

真空不空的观点并不是始于现代物理学，在古代就已初见端倪，中国古代的元气说[3]就是这方面的一个代表。在西方，17-19 世纪的以太论[4]也是一种真空不空理论，它曾作为物理学的一个重要的组成部分，盛极一时，但在相对论诞生后，以太论没落了，这些将在第二章里进一步介绍。

美籍资深物理学家张操教授说：“‘真空’这个术语很容易被人误解为虚空，所以作者宁愿采用 19 世纪物理学中的术语‘以太’来取代‘真空’这个术语。”[1]这句话相当实际，下面，我们就把物理真空叫作“以太”。

以太概念贯穿了全书。其中，第二章介绍中国古代的元气说及以太论的历史，并澄清有关问题，为以太正名。第四和第五章阐述以太的宏观效应，其中将说明宏观以太是一种特殊的可压缩的超流体，它的可压缩性，即密度可变性，造就了引力场和相对论性效应。第六章指出电磁激发是以太的最基本的激发，并进一步提出了动能的电磁量子假设，这有可能被用于解释一些疑难的电磁现象。第七章描述了以太的微观表现，微观以太以虚玻色子的形式存在，它与实粒子只是能态的不同，能够参与相互作用以及粒子之间的相互转换。第八章提出了宇观场作用论，宇观场作用就是以太的宇观作用，指出引力场只是宏观场，在星系、星系团的宇观世界里，宇观场的作用已经超过引力场的作用，并且是引力场作用的 10 倍左右，这是造成星系世界质量缺失的原因，而并不是存在着所谓的“暗物质”。第九章指出，前面所说的以太，其实只是无数区间场以太中的一分子——引力场以太，我们已知的一切物质现象都可看成是引力场以太的种种表现，微观世界的特殊性是由微观区间场以太对引力场以太的作用引起的，宇观世界的特殊性是由宇

观区间场以太对引力场以太的作用引起的；进一步说，区间场以太是比实物高一阶的物质基本存在形式，在区间场以太之上，还会有更高阶的物质基本存在形式存在，因此，宇宙是无穷阶等级式的。

以太不同于空间，它是物质。为明确起见，这里对物理学的物质作这样的定义：物质是存在于时空之中，可以运动、变化，转换形式，但不会创生或灭亡的客观实在。对照这个定义，空间和时间是客观实在，但不是物质；实物是具有质量的离散性的物质，每一个实物只占居了有限的空间；而以太是无所谓质量的连续性的物质，它占居了整个空间。实物与以太密切相关，实物是以太密度波包的核心。对于单纯的实物介质，一般把它看作由质量相同的质点构成，因此，实物的密度可以用单位体积的质量来表示；以太无所谓质量，它的密度可以用单位体积的质点数来表示。

上述的物质定义建立在具有普适性的时空观念的基础上，这种具有普适性的时空观念就是经典的绝对时空观，而不是其他的物理学时空观。物理学的时空观是不统一的，相对论时空观不同于绝对时空观，它没有普适性的时空标准；量子论的时空观又不同于相对论或绝对时空观，它的时空观念被不确定性原理搞得很模糊了。相对论或量子论的时空观与绝对时空观之间的差异都可归结为“定量效应”。

1.2、定量效应

物理学本来附属于自然哲学，是牛顿的辉煌成果使物理学成了一门独立的基础科学。牛顿站在哥白尼、伽利略、开普勒等等巨人们的肩膀上，以空间、时间、质量等为最基本的“砖瓦”，并以微积分等数学方法为“水泥沙浆”，建立起了壮观的牛顿力学体系。这是一个立足于实验和观察的基础之上，结构严谨、逻辑严密的科学体系，并为经典物理学的进一步发展奠定了扎实的基础。

对于牛顿无与伦比的科学贡献。18 世纪英国的随笔作家、评论家、讽刺作家和最伟大之一的启蒙主义诗人亚历山大•蒲柏曾写道：自然和自然法则隐藏在黑暗里，上帝说：“让牛顿来。”于是一切都被照亮。

牛顿时空观，空间是平直、均匀、无限的；时间均匀流逝，没有开始和结束；物质在时空中运动、变化；时间与空间各自独立，它们都与物质无关，而且时空标准始终不变。这些都与人们的直觉相吻合，给人一目了然的感觉。

19 世纪末，经典物理学发展到了顶峰。正当人们在赞美它的完美无缺的时候，有两朵“乌云”悄然升起，第一朵乌云主要是指迈克耳逊－莫雷实验结果与当时以太论之间的矛盾；第二朵乌云主要是指经典物理学理论在黑体辐射问题上的失败。这两朵乌云在 20 世纪初很快地演变成了一场暴风骤雨。量子理论和相对论在这场物理学的急风骤雨中形成、发展，而且成为了 20 世纪物理学的两大基础。

相对论的时空观完全不同于牛顿时空观，它没有统一的时空标准；它的时间和空间纠缠在一起，共同构成了四维时空连续体；而这四维时空连续体又与物质有着不可分割

的联系，因为有实物必有引力场，而引力场会使这四维时空连续体弯曲。这样的时空观，对于非物理专业的人来说，简直是莫名其妙。至于量子理论，它的波函数的统计诠释和不确定性关系等，颠覆了传统的时空观念，以至对微观粒子已经难以作时空描述。为什么会这样呢？我们的回答是：物理学的时空不一定等于真正的时空。

牛顿的绝对时空观，用一个不变的时空标准去衡量世界，被多数人认为是一种科学的抽象，是一种真正的时空观。然而，物理学是实验科学，它的理论要与实际测量到的数据相一致，因此，物理学的时空是可以测量的时空，它不一定是真正的时空，因为，人们用来衡量时间和长度的工具，如尺、钟、特定的光等等，多多少少都会随着环境而变化，因此，在牛顿描述与现实的定量关系之间必然会有一定的差异，由这种差异引起的效应，或者说，由现实的时空标准的可变性造成的效应被称之为**定量效应**。

一般的尺和钟会随着温度而变化，对此，人们不会认为时空在变化，因为，人们可以用更精确的时空衡量工具来证明这只是尺和钟本身的变化。如果物理学的最标准的衡量工具会变，那么，科学家就会把时空标准的变化当作时空本身的变化。相对论性时空观就是这样的一种物理学的时空观，因为，现在最新的长度和时间单位的标准是以光以及光速不变来定义的。比如，米是 299,792,458 分之 1 秒的时间间隔内光在真空中行程的长度，在这里，无论光走得快还是慢，它在一秒钟内所经过的路程都是 299,792,458 米，光速成了一种不变的定义速度，而这正是相对论的一个前提。为了表达的方便和明确，以绝对时空观为基础的描述被称为**绝对描述**，即牛顿描述；以实验数据为基础的描述被称为**定量描述**，那么，相对论，或者说爱因斯坦描述是一种定量描述，而相对论性效应是一种定量效应，它由爱因斯坦描述和绝对描述之间的差异所造成。

爱因斯坦描述颠覆了牛顿描述，使人感到难以理解。于是，就有人在亚历山大·蒲柏所写的句子后，续写了一句："爱因斯坦走来了，物理世界又变得朦胧。"这种"朦胧"是由于对定量效应的认识不足引起的。

在宏观、低速的环境里，定量效应很弱，可以忽略不计。在这样的情况下，牛顿描述既是绝对描述，又是定量描述，它以长度、时间、质量等为最基本的物理量，描述的物理图象相当直观、清晰。爱因斯坦描述认为，光速不变，但时间、长度标准和质量等会随着运动速度和引力势的改变而变化，因此，它与绝对描述有着一定的错位，我们看高速、强引力场中的世界，就会有一种照哈哈镜的感觉；在微观世界，物质密度大，运动速度高，时空标准将会瞬息万变，它与牛顿描述之间就有着巨大的错位。在量子物理中，时间、长度、质量等物理量已是变幻莫测，而被算符所取代，描述物理现象只能靠波函数、几率和态，以至有人认为时间和空间的概念已经没有必要了。

一般认为，相对论时空观是精确的时空观，绝对时空观是在低速、弱引力场中的一种近似。而上述的分析表明，在时空观问题上，我们应该逆向思维，调整认识：把绝对时空观看作是真正的时空观，而相对论是以光作为时空衡量工具的一种定量描述理论，它把现实的时空标准的变化当作了时空本身的变化，这只是一种可行的定量描述的数学模型；而且，与相对论一样，量子物理学的时空也被定量效应扭曲了。

现在，大多数物理学家认为，物理学的时空是真正的时空。面对被定量效应扭曲了的相对论和量子物理学的时空，不少人对时间、空间和物质的实在性也产生了怀疑。但无论宏观还是微观；低能还是高能，我们都可寻求到一定的物理规律性，它不随着人们的意志而改变，这是物理世界实在性的一种表现。

对于一种物理现象，人们可以提出许多合乎逻辑的设想。然而，逻辑只是思维的规律，凡是客观存在的，都是符合逻辑的，但合乎逻辑的不一定是客观存在的。比如，我们人的器官并不是配置得最合理的，从逻辑上来说，可以有许多更合理的设想，比如，在人体上长出翅膀，这样，人类的活动能力可以更强，但这是不现实的。因此，物理学离不开实验和数学，它需要根据实验数据建立数学模型，进行严谨的数学演绎，用数学公式表达物理规律，这样才能定量地与科学实验进行比较和鉴别，并预言新现象。但是，有人把数学的作用放大了，认为：凡是数学上为真的，在现实中也必然是真的，这样的认识包含了数学模型反映了事物的真相的意思。更有甚者，有人将希望寄托于精心设计的数学模型，想以此来描绘物理世界的全景。比如，超弦理论等把物理学中的点模型扩展为弦、圈等，运用数学的对称关系，将时空的维数提高到了 11 维，甚至 25 维，使其中包含了许许多多可以任意调节的参数，以此扩大选择的余地，企图从中来寻找物理学的“终极理论”。实际上，现实世界没有真正的直线和对称，依靠数学的对称性等去大海捞针般地寻找物理学的“终极理论”是行不通的。正如万花筒，它运用镜面对称，可以变幻出形形色色美妙的图案，但它绝不可能变化出真实的田园景色，这就是说，最精美的数学模型也难以描绘出逼真的物理实在。

物理学离不开数学，但它在本质上又不同于数学。它的数学模型必须以物理实验为基础，并说明它的物理机制。相对论和量子论导出了一系列的定量关系，建立了数学模型，但在对它们的物理诠释上一直存在着某种不确定性。众所周知，在量子力学基本概念和原理的诠释方面，如波函数的几率解释等，从其出现至今，一直存在着持续的争论。至于相对论，也始终争论不断；就连爱因斯坦本人，在其 70 岁生日时，给老友索洛文的信中写道：“你一定想象我在此时此刻一定是以满意的心情来回顾我一生的成就。但是仔细分析一下，却完全不是这么一回事。我感到在我的工作中没有任何一个概念会很牢靠

地站得住的，我也不能肯定我所走的道路一般是正确的。”[5]这段话，既显示了爱因斯坦坦荡的科学精神，也表明相对论确实存在着一定的困惑。量子物理和相对论的困惑是由于它们都只是定量描述的数学模型，而缺失对其物理机制的理解。本书将用以太的可压缩性来诠释相对论的物理机制，这是对相对论的一种必要的补充。

1.3、定量效应由以太造就

科学的发展往往是由简单到复杂，然后在新的高度上化繁为简，再由简单到复杂，不断循环向前的过程。当然，不同的学科，不同的阶段，“循环”的形式会有所不同，有的好比平原上公路的弯曲；有的恰如山区里公路的盘旋。我们认为，物理学理论已经到了化繁为简的时候了。

定量描述中的复杂性，是由定量效应造成的。因此，要化繁为简，应该从定量效应入手，找出导致定量效应的根本原因。由上可知，定量效应是由于现实的时空标准的可变性引起的。那么，现实的时空标准的可变性又是怎样造成的呢？是以太。以太与时空观密切相关，这由洛伦兹变换的流体力学导出（见 4.1）所显示，是本文真空观的一大亮点。

在流体力学里，有一个把可压缩的流体转换成不可压缩的流体的变换式，它可以简化运算，在实践中，比如设计飞机等，常被运用。若将这一变换式代入表达绝对时空观的伽利略变换，可以很简单地导出表达相对论时空观的洛伦兹变换。这个推导过程显示，有一种特殊的超流体，它把绝对时空观与相对论时空观联系起来了；它在空间里无限分布，而且其中的声速就是真空中的光速。显然，满足这种条件的特殊流体只能是宏观以太，这从一个侧面显示了以太的存在。

洛伦兹变换的导出过程显示，在绝对时空观中，宏观以太是一种可压缩的超流体，即它的密度是可以变化的，以至作为一种以太波的光，它的速度应该是可变的；而在相对论时空观里，以太是不可压缩的，即它的密度是处处均匀，各向一致的，光速就当然恒定了。于是，在绝对描述的以太密度比较大的地方，出现了相对论性的长度标准变得较短，而时间标准变得较慢，这就是相对论性效应的由来。进一步的分析表明（4.2、4.3），引力场是以太密度场，每一个实物都有以它为核心的以太密度波包；狭义的相对论性现象是由以太的可压缩性引起的，即运动物体自身的以太波包的密度比静止时有所提高，因此长度收缩了，时间变慢了；广义的相对论性现象则是由于引力势对应以太密度之故。可见，相对论不是一种超物质的存在，它的物质基础是以太，是以太造就了相对论性定量效应。

以太造就了引力场和相对论性定量效应，也决定着时空的性质。狭义相对论的时空对应以太均匀分布的情况，在同一个惯性参照系里，时空标准处处相同；而在不同的惯性参照系之间，时空标准各不相同；广义相对论的时空对应以太不均匀分布的情况，从而引力势不同的地方，时空标准不同。另外，牛顿时空观与以太是否存在无关，它也可

以被看成是没有以太或以太对时空的作用可以忽略的情况下的一种定量描述的时空观。

微观物理学与宏观物理学有着显著的差异，其中的概念、原理、公式等等，都是在大量的实验资料基础上逐步建立起来的，完全是一些定量描述，与绝对描述比较起来，存在着明显的的定量效应，二象性、量子性、不确定性等，都可看成是微观的定量效应，它们是否也是以太引起的呢？这看来是顺理成章的，且有一个事实可以印证：在非相对论性的薛定谔方程中，自旋是作为一个外加的自由度放入理论框架内的；而在相对论性的狄拉克方程里，自动地包含了自旋量子数。这意味着，量子性是相对论的定量效应在微观世界的一种表现。

上述表明，相对论时空标准取决于以太密度，是以太的疏密分布造就了定量效应。显然，这样的描述是在绝对时空观的基础上进行的。在相对论时空观中，以太被描述成了不可压缩的，因而也就成了无所谓密度变化的“四维时空连续体”，它已失去了一种实体的形象。因此，只有在绝对时空观的基础上，我们才能够借助于以太，对相对论的物理机制进行描述。在这里，我们可以进一步意识到：绝对时空是真正意义上的时空，绝对描述反映了事物的真相；相对论时空，即四维时空连续体，不是真正的时空，它其实是“物”，是被相对论时空观折射出来的以太的变态形象，因此，它只是一种数学模型，它能够比较正确地描述事物之间的量方面的关系，但不一定能反映事物的真相。比如，广义相对论所谓的时空弯曲，其实是对以太分布不均匀的一种数学描述，真正的时空不会弯曲。绝对时空观和爱因斯坦时空观是两种本质上完全不同的时空观，它们不是一个否定另一个的关系，而应该具有一定的互补性。这将在第五章里有具体的描述。

现代物理学否定了绝对时空观，而将数学模型当作了客观的真相，使物理世界变得诡谲怪异。如果我们重新站到牛顿时空观的立场上，用以太的作用来透视定量效应，或者说，带着定量效应回归经典，这样就能在新的高度上化繁为简，使物理世界重返光明。于是可整理成一首诗：

自然法则隐藏在黑暗之中，
上帝说：让牛顿降生。
于是物质世界一派光明。
后来，相对论渐占上风，
还有微观世界的掷骰子论，
它们使世界又显得朦朦胧胧。
如果认识到以太处处存在，
是它造就了诡谲的定量效应,
物理世界又将会是万里晴空。

以上，我们着重对绝对时空观、以太和相对论时空观之间的关系作了简单的介绍，说明物理学的时空不一定是真正的时空。以太在绝对时空中的可压缩性，引起了现实的

时空标准的可变性，从而导致了相对论性的定量效应，是它扭曲了高速和强引力场世界的物理图象，这是本书前 5 章的基本内容，其中对绝对描述和定量描述作了大量的对比、分析，内容比较成熟。限于作者的水平，后 4 章的内容以思辩性的绝对描述为主，对微观、宇观和整个宇宙的物质存在的形式和规律作了一些探讨，希望能抛砖引玉，促进有关学科的发展。

1.4、Smarandache 的有关概念

物理学的发展不是孤立进行的，它是实验、哲学、数学、逻辑等等共同合力助推的结果。

F. Smarandache 教授，一位多才多艺的人，他既是一个科学家，又是一位文学家。在科学方面，他提出了许多新颖而有用的概念，如：Smarandache 函数、Smarandache 序列、Smarandache 几何和中智学等等[6]。其中的有些概念在本书中得到了运用。

中智学由 Smarandache 教授创立于 1995 年，是哲学的一个新分支。它研究中性（中间状态）的起源、本质以及与不同思想观念范畴的相互作用；它是中智逻辑、中智集合、中智概率论、中智物理学等的基础[7]。

中智逻辑将所考察的逻辑判断在一个三维的中智空间刻画出来，该空间的三个维度分别表示所考察判断的真（T）、假（F）和不确定（I），在这里，T、F、I 是独立的量，这为不完全信息，矛盾信息及完全信息的选择留下了余地。

在相对论的发展过程中，可以发现中智逻辑的智慧。爱因斯坦年代，麦克斯韦方程所导出的光速不变性和符合相对性原理的速度合成法则相矛盾。一般看来，这两者是对立的，不可能都正确。而爱因斯坦却作了另一种选择：相对性原理和光速恒定都成立，是牛顿时空观有问题，从而导致了定量描述的时空观的诞生。

实际上，我们前面所阐述的思路与爱因斯坦的中智逻辑有异曲同工之妙：一般认为，牛顿与爱因斯坦的时空观是完全对立的；而我们认为，这两种时空观不是一个否定另一个的关系，而是具有互补性，二者之间的差异是以太造成的。

几何是表达时空的一种数学方式。欧几里得几何建立在一些公理之上，它的平行公理是：过已知直线外的一点，有且只有一条直线与已知的直线平行；在非欧双曲几何中，这条公理被否定为：过已知直线外的一点，至少有二条直线与已知的直线平行；而在非欧椭圆几何里，平行公理又被否定成：过已知直线外的一点，没有直线与已知的直线平行。一个公理在同一空间中同时表现出成立或不成立，或至少以两种以上方式表现不成立，这个公理就被称之为 Smarandache 否定公理。含有 Smarandache 否定公理的几何被称为 Smarandache 几何。物理学的时空几何存在着 Smarandache 几何结构，相对论的时空几何就是一种 Smarandache 几何。

狭义相对论的时空不同于牛顿时空，它不但把时间当作一维特殊的空间，而且将空间和时间交织在一起而形成了四维空间连续区，但这四维空间连续区是平直的，可以当

作欧几里得连续区；而广义相对论的时空连续区是弯曲的，是一种非欧几里得连续区，这也就是说，几何学的平行线公理在狭义相对论的时空中是成立的，而在广义相对论的时空中被否定了。因此，在包括狭义和广义的相对论空间里，平行线公理是一条 Smarandache 否定公理，而相对论的时空几何就是一种 Smarandache 几何。

另外，在牛顿时空观里，时间和空间各自独立，这对绝大多数人来说，是一个常识，我们可以把它当作一条时空公理。那么，这条公理在牛顿时空中成立，在相对论里不成立。从而，包括牛顿时空和相对论时空的宏观物理学的时空是一种 Smarandache 几何，它包含了二个 Smarandache 否定公理。

宏观物理学的 Smarandache 几何有三个子空间：牛顿空间、狭义相对论空间和广义相对论空间。由上所述，是以太的存在方式决定了物理学时空的性质：不存在以太或它的作用可以被忽略的空间是牛顿的三维欧氏几何；在均匀分布的以太作用下的空间是狭义相对论的四维欧氏几何；在不均匀分布的以太作用下的空间是广义相对论的四维非欧几何。

以太是比实物高一阶的物质基本存在形式，物理学的空间特性由以太决定。因此，我们可进一步用不同的高阶物质形式来定义 Smarandache 否定公理，那么，我们将指出：包罗万象的宇宙是一种无穷阶等级式的 Smarandache 几何。

参考文献

［1］、张操，物理时空理论探讨，上海科学技术文献出版社，2011。

Tsao Chang, Research on the Theory of physical Space and Tine(in Chinese).,Shanghai Science and Technology Document Press, 2011

[2]、薛晓舟，量子真空物理导行，北京，科学出版社，2005，P17。

Xue Xiao-Zhou, The Guide Aout the Quantum Vacuum Physics(in Chinese), Science Press, Beijing,2005, p.17.

[3]、程宜山，中国古代元气学说，湖北人民出版社,1986。

Cheng Yi-Shan,Chinese Ancient Qi theory, Hubei People Press(in Chinese), 1986.

[4]、Whittaker E T, A History of Theories of Aether and Electricity[M], Dover Pub., New York, 1951.

[5]、爱因斯坦文集第 1 卷，商务印书馆，1976 年，P485。

The Collected Works of Einstein(in Chinese), Beijing,Commercial Press, 1977.

[6]、F Smarandache, 悖论主义对句 601 首，希泉出版社，中文部。

F Smarandache, 601 Paradoxist Distiches, Xiquan Publishing House Chinese Branch 2008.

[7]、F Smarandache, 付昱华，道德经的中智学解读和扩充，

F Smarandache, Fu Yuhua, Neutrosophic Interpretation of Tao Te Ching,

第二章 真空不空

真空是相对于实物来说的，它所占的空间比实物所占的空间多，其中的奥秘也比实物丰富。

最早，人们认为，在自然界，除了物质就是真空。后来，人们对物质的认识逐步深入，由可以直接看得见、摸得到的天体、物体，到需要仪器探测的分子、原子、基本粒子，由有形状、大小的实物到没有形状大小的以太、场，物质观发生了巨大的变化，最后，认识到，一无所有的真空是不存在的，所谓的真空，其实是一类不同于实物的物质存在形式。关于真空的物质性，古人就有了一定的认识，中国古代的元气说（Qi theory），是其中的一个代表。

2.1、中国古代元气说[1][2]

探讨物质的本原，是古代朴素唯物主义思想的一个重要方面。开始，人们往往把一个或几个具体的物质作为万物的本原。这在世界上的几个文明古国中都有所记载。在中国，早在 3000 多年前，就有了五行学说——《国语·郑语》中，太史官史伯说：“……故先王以土与金、木、水、火杂以成百物”至今，这五行学说仍是中医学的一个基础；稍后的《管子·水地篇》中有“水之何也，万物之本原也，诸生之宗室也。”这是水一行说；《庄子·在宥》中则有“今夫百昌皆生于土，而反于土。”这是土一行说。在这方面，古希腊的泰勒斯（约 2600 年前）认为水是万物的本原；后来的阿那克西美尼认为空气是万物的本原；赫拉克利特认为万物的本原是火；恩培多克勒认为万物由土、水、气、火四种元素组成；亚里士多德认为地上的物体由土、水、气、火四种元素组成，天体则由第五种元素“以太”构成。

将一个或几个具体的物质作为万物的本原，往往难圆其说。于是，人们就从事物的更深层次去探求解答。这在几个文明古国中也都有所反映。其中比较有影响的是：古希腊的毕达哥拉斯学派，他们跳出了物质的范畴，主张“数即万物”，这促进了数学的发展，也“预言”了物理学和数学的结合，但物是实质，数只是表象，毕达哥拉斯学派颠倒了“物”与“数”的关系；古希腊的德谟克利特等，从聚沙成塔，众树成林的现象中，意识到看得见的物质应该由更小的看不见的物质所构成，于是，提出了实物性的原子学说，这是近代原子理论的先导，被认为是古希腊最伟大的科学猜想；在中国，人们由液体的汽化，人体的气感等，逐步感悟到真空里应该充斥着不同于实物的物质——元气（Qi），它与实物可以相互转化，从而形成了超实物性的元气说，它是一个古代的“真空不空论”

的杰作。

元气说的思想萌芽可追溯到公元前800年，《国语·周语》上记载，伯阳父曾用“天地之气”的失序来解释地震。

约1800年前，王充等在前人思想的基础上，提出了一个比较系统的“元气自然论”。他们认为，元气是万物的本原，“天地，含气之自然也。”后来，有不少人对元气说作了进一步的发展和完善，使元气说形成了一个比较完整的体系。

元气被认为是一种真空态的连续性的流体。元气论的集大成者张载说：“太虚即气。”“太虚不能无气，气不能不聚而为万物，万物不能不散而为太虚。”在这里，元气说从统一的物质本原，来认识和说明物质世界，并且从事物的内部关系来说明连续性的“气”与间断性的实物之间的转化，蕴含着物质循环发展，生生不息，不可创造，不可消灭的思想。

元气说包含三个基本观点：万物以气为本原和元素的观点；气化，也就是运动变化的观点；感应，即相互作用的观点。它从萌芽期起，就被广泛地运用。在中医理论中，元气是关键词之一，例如，元气在人体中的经络里运行，运行通畅身体就好，运行不畅就会有病痛。元气被用来解释由场引起的现象，如磁力、潮汐、天体运行等等，比如，宣夜说，一种中国古代的宇宙说，认为：“日月众星，自然浮生虚空之中，其行其止皆须气焉。”另外，当时人们还不知道空气的存在，因此，由空气造成的现象，如乐器的共振共鸣，在古人看来也是一种真空现象，也可以用元气来解释。

程宜山先生认为：“西方形形色色的朴素唯物主义之间，呈现出一种后浪推前浪的形势，最后归结到原子论；中国形形色色的朴素唯物主义，则呈现出一种百川归海的形势，开始时有多种朴素唯物主义形式并存，后来都归结为元气论。”对此，张岱年先生指出：西方唯物主义的基本范畴是“物质”或 “原子”；中国古代唯物主义的基本范畴是“元气”。可见，元气说是中国历史上科学文化遗产中的瑰宝。

2.2、以太论的兴衰[3,4]

在西方，以太论是真空不空的代表作。

以太这个名词最早出现在古希腊，亚里士多德认为天体由被称为以太的第五种元素构成。

在17世纪，笛卡尔主张没有真正的真空或虚空，最先将以太引入了科学，并赋予了它某种力学性质。他认为，连续性的以太，完全充满了没有被固态物体占据的空间，并以旋涡系统的方式传递它们的相互作用；整个宇宙是一个连锁的涡旋体系，比如，行星

被以旋涡形式运动着的以太海洋所带动绕行，产生了我们所说的引力效应。

后来，惠更斯，一个笛卡尔的追随者，他也认为引力无异于以太的作用，它环绕地心，对抗着脱离地心的运动；他相信光是一种波，而经典物理学认为，波必须通过介质传播，所以，他认为，光波是在静止不动的以太中纵向传播的波；以太传递冲力但不转移自己的位置。

牛顿认同以太观，但不同意光的波动学说，他认为，光线是直线运动着的粒子流，光粒子是被激发的或伴随着的无所不在的以太中的振动。牛顿假定，以太密度是可变的,它在虚空中的密度比在重物体附近的空间里的密度要密一些，从而提供了一种引力机制：在以太的压力下，地球向着太阳运动，就像一个软木塞从深海里升起来一样。

在 18 世纪，由于光的波动说受到排挤等原因，以太论曾一度没落。19 世纪初，托马斯·杨的著名的双缝干涉式实验，使他能够精确地测量光的波长，以致与光的波动理论有关的以太论再度复兴。后来，光的偏振被发现，这确立了光是横波的事实，于是，菲涅耳在以太论的基础上引入了光的横波理论，它能够说明已知的所有光学现象。后来，随着电磁学的发展，在法拉第和麦克斯韦等人的推动下，以太论确立了它在 19 世纪物理学中的重要地位。

曾来到中国的传教士丁韪良（Martin, W.A.P）将元气说与笛卡尔的以太旋涡说进行了具体的比较，指出二者之间存在着惊人的类似[1]。因此，他推断：笛卡尔在构思他的以太旋涡学说时，受到了中国元气说的直接影响。以太和元气一样，代表的都是物理真空。将真空看成是一种特殊的物质存在形式，中国远早于西方；而使真空态物质理论具有活力的系统性的引力论、电磁场理论、光的波动说等近代科学，诞生在西方。所以，可以把西方 19 世纪的以太论，看成是中国古代的元气说和西方近代科学相结合的产物。

以太论认为，以太是绝对静止的，任何物体都在与它相对运动。由此产生了一个问题：地球以每秒 30 公里的速度绕太阳运动，在地球上就应该会存在每秒 30 公里的“以太风”，它是否真的存在呢？

1881 年，迈克尔逊首先进行了测量以太风的实验，但没有发现以太风，这被以为是实验精度不高之故。迈克尔逊与莫雷合作，于 1887 年再次进行了测量以太风的高精度的实验，但仍然是零结果。这被开尔文称为经典物理学万里晴空中的两朵乌云之一[5]。

在以太论的基础上，迈克尔逊-莫雷实验由菲茨杰拉德首次进行了解释：固体的分子凝聚力会随着固体通过以太的速度而改变，在这样的方式中，干涉仪的岩石基础的尺寸将在运动的方向上收缩，这种收缩抵消了迈克尔逊-莫雷实验中的光学效应。洛伦兹等人

发展了菲茨杰拉德的假设，并导出了一个著名的洛伦兹变换。

历史上，唯一使以太严重告吹的，是爱因斯坦对相对论的系统阐述。他曾为一个事实所困惑：支配电、磁和光的麦克斯韦定律，内含了一个明确的表示，即光速在任何地方都是相同的，而经典力学体系却不可能得出这样的结论。他对此苦思冥想，最后，在时空观方面找到了突破口。

1905 年，爱因斯坦发表了 5 篇重量级的科学论文，其中的一篇“论运动媒质的电动力学”，创立了狭义相对论。他在相对性原理和光速不变原理的基础上，推导出了洛伦兹变换，认为洛伦兹变换涉及空间和时间的本质。

爱因斯坦的理论，好比欧几里德几何的公理体系，在两个原理的基础上，不必借助于其他假设，就可通过数学演绎而导出许多结果，这从数理逻辑的角度看来，非常漂亮。因此，主流物理学家认为，物理学不需要以太的假设了。其实情况并非如此。

2.3、现代物理学并没有否定以太

现代物理学建筑在相对论和量子论这二大基础之上，它们以不同的形式描述了“真空不空”，因此，它们都没有否定以太.

其实，爱因斯坦对以太论的心态是相当矛盾的，他既意识到以太的存在，又搞不清它的真面目[6]。1920 年，他在专题演讲“以太和相对论”中曾指出：“依照广义相对论，一个没有以太的空间是不可思议的。因为，在这样一种空间里，不但光不能传播，而且量杆和时钟也不可能存在，因此，也就没有物理意义上的空间-时间间隔。但是，又不可认为，这种以太会具有那些为重媒质所特有的性质，也不可认为，它是那些能够随时间追踪下去的粒子所组成的，而且也不可把运动概念用于以太。”在这里，爱因斯坦既指出以太的存在性，又对以太的性质提出了看法：一、以太是光的传播媒介。二、长度和时间的标准由以太决定（这点很重要，但他无法把握）。三、以太不同于一般的有质量的实物（重媒质）。四、以太不能用相对论时空观进行描述——他实际上是把以太描述成了四维时空连续体，而用相对论的时空观去描述相对论的四维时空连续体，好比一个人抓住自己的头发，要把自己提起来一样，不可能。由于这种不可能，爱因斯坦对以太只能回避。在 1938 年，他与英费尔德合著的《物理学的进化》中有一段话：“我们力图发现以太的性质，但一切努力都引起了困难和矛盾。经过这么多的失败以后，现在应该是完全丢开以太的时候了，以后也不要提起它的名字了。我们说，空间有传播电磁波的性质。”在这字里行间，流露了他内心的无奈。为了应对这一无奈，他搬出了“场”的观念。在“相对论和空间问题”一文中，他说“当笛卡尔相信他必须排除空虚空间的存在时，他

离开真理并不怎么远……为了揭示笛卡尔观念的真正的内核，就要求把场的观念作为实在的代表，并同广义相对性原理结合在一起；‘没有场’的空间是不存在的。”爱因斯坦把“场”看成是物，其数学描述为弯曲的时空，这容易使人联想起古希腊的毕达哥拉斯学派，以致将时空的几何结构当作物理实在，而把引力归结为时空流形曲率的表现。

真空中存在着电、磁、引力场等，这些都是真空不空的表现，但是，囿于“质量是代表物质多少的量”的成见，人们不敢贸然地把真空现象当作物质现象。是量子场论所反映的事实，才使人们认识到：场是不同于实物的另一种物质表现形式。量子场论认为，物理世界由各种量子场系统组成，量子场的激发表示粒子的产生，量子场的退激，表示粒子的消失，这些量子场的能量的最低状态，即量子场的基态就是真空。在这样的量子真空里，存在着量子运动，即“零点振荡”，以至带有零点能量。比如，局限于一定体积内的量子场，当该体积发生变化时，其中的零点振荡能量会有相应的改变，从而产生可以观察的“卡西米尔效应”[7,8]； 在这样的量子真空里，也存在着真空极化，这也会产生可观察的效应，如氢原子的兰姆移位、电子的反常磁矩。另外，量子场论还显示了真空隧通效应、真空相变、真空凝聚、真空畴结构等等[9]，这些都说明真空类似于介质，是种物理实在。可见，以太是“物”，而不是一无所有的虚空。不过，量子场论把以太的物质性，算到了场的头上。

实际上，场只是物理量连续分布的一种状态。比如，空气密度场，它是空气密度在空间里连续分布的一种状态；温度场是温度在介质中连续分布的一种状态。空气密度场的物质基础是空气；温度场的物质基础是传播温度的介质，等等。那么引力场、电场等真空场的物质基础是什么呢？是物理真空，即以太，它才是不同于实物的另一种物质的基本存在形式。现代物理学抛弃了作为物质本体的以太，而把场，一种以太的状态当作了物的代表。类似地，它也把数学描述，一种形式上的描述当作了本质性的描述。这也就是说，现代物理学过分依赖数学的形式描述，在一定程度上造成了对实质性认识的错位。

以太是本体，场只是以太的一个状态，这有实验上的证明，那就是 A-B 效应[10]。在经典电动力学中，电、磁场强 E、B 是物理实在，而标量和矢量势 ϕ、A 只是辅助量，并无实质的物理意义。虽然，在相对论和量子力学中，出现在粒子运动方程中的场量是 ϕ、A，但经过规范变换，粒子的波函数仅有一相位因子的改变，不影响物理过程的实质，因而，通常认为，即使在量子力学中势 ϕ、A 也没有实质意义。1959 年，Y. Aharonov 和 D. Bohm 探讨了荷电粒子通过场强 B（E）为零，而势 A(ϕ)不为零的电磁势场的情况，

发现这也会引起量子干涉现象[11]，这被称为 A-B 效应，后来被 Chambers 等人用实验证实，它显示：电、磁场强 E、B 不足以表征电磁连续统的状态，而势 Φ、A 可以表征。后面，我们将指出：引力势对应以太密度，势 φ 和 A 对应电磁激发的以太密度。可见，A-B 效应表明了以太是本体，场只是以太的一个状态。

在《20 世纪场论概念的发展》[12]中，曹天予教授“对 20 世纪基础理论物理学的概念发展，以及它们的历史根源与局限，作出了精彩、深刻的阐述。”（施韦伯语）他认为，场的本体论地位的获得，始于洛伦兹的工作。他说：“洛伦兹的以太摈弃了所有机械的性质，因而，完全从物质中分离出来。在这个框架中，电磁场被当作是以太的状态。既然以太没有机械性质，其性质只是如同构成电磁场与物质之基础的虚空一样，那么电磁场就享有与物质一样的本体论地位。”这样的分析是值得商榷的。一般说来，有形状大小、有质量的东西才具有机械性，作为真空态的以太不应该有明显的机械性质。如果没有机械性质就没有本体论地位，那么，场不会有明显的机械性质，它更不应该有本体论地位。实际上，洛伦兹明确地将以太当作是本体，而电磁场只是以太的状态；而且，洛伦兹收缩也要求以太是实体。洛伦兹的以太之所以被误解为“虚空”，如我们在第一章中所说，是因为牛顿描述与定量描述之间存在着错位，这是定量效应造成的；洛伦兹关于运动物体在以太作用下长度收缩的假设，相当于考虑了定量效应，已经突破了牛顿描述，而接近于定量描述；从而，洛伦兹的以太被误解成了“虚空”，这正如相对论性定量描述中的以太成了“四维时空连续体”一样。

另外，曹天予教授认为，从洛伦兹的电动力学开始，物理学研究中出现了一种建立在场本体基础上的“场纲领”，这条纲领后来逐步发展成广义相对论的几何纲领、量子场纲领、规范场纲领等。他以独特的视角和方式整合出了一幅场论的演化、发展的图景，其观点既新颖，又于主流合拍。因此受到了许多名家的好评。把场看作是一种本体，是出于对本体的一种认识。正如曹教授自己所说：“我将捍卫的是结构实在论的立场。简单地说，这种立场坚持认为，在成功理论中的结构关系（经常直接用数学结构来表达，但也能用模型与类比来间接表达）应当被视为是真的，不可观察实体的实在性被逐渐建构，而且在一种理想的情况下，最后被这些结构关系以唯一的方式决定。”在这里，曹教授认为不可观察实体的实在性被逐渐建构成了确定的数学模型，这无疑是很确切的，说明正确的物理学数学模型来自实在，反映实在。但是，这种反映，好比照哈哈镜，往往被定量效应扭曲了。场的几何纲领、量子场纲领、规范场纲领等是一条场的数学模型的发展纲领，这些数学模型在一定程度上反映了物理规律的客观实在性，但它们所描绘的事物

的形象与现实之间总会有一定的错位，不能完全反映事物的真相。

当然，19 世纪以太论的没落有它自身的原因[13]，一种历史的局限性。经典物理学具有明显的机械论色彩，作为当时经典物理学一分子的以太论，难免染上了浓重的机械论色彩。一方面，它只认定绝对时空观，而没有也不可能意识到现实的长度和时间的标准会随着所到之处的以太密度的不同而变化；另一方面，它把以太当作实物那样来对待，而实际上，真空是不存在实物粒子的状态，以太无所谓质量，它与一般的实物性流体有着本质上的不同。19 世纪的以太被当作了一般的流体，而光就是其中的机械弹性波。于是出现了这样的尴尬局面：因为光的极大的传播速度，以太在离开平衡位置时，应产生极强的恢复力，这要求以太是一种非常硬的东西；而另一方面，任何物体都可以在以太中毫无阻力地运动，这又显示以太是极为稀薄的流体。实际上，任何物体，无论它的表面是光滑还是粗糙，无论它的内部是否布满了缝隙，都能在真空里毫无阻力地运动，这充分显示以太是一种超流体。在一般的实物性超流体中，存在着两种基本的声音："第一声"是一般的密度波，即普通的声音；"第二声"则是传播热激发量的"温度波"[14]。真空中热量的传播方式是热辐射，即电磁波。可见，包括光在内的电磁波就是以太中的第二声，而以太的电磁激发相当于它的"热激发"。

另外，现在有人将所谓的暗物质当作了以太，暗物质是具有质量的东西，把以太看成由具有质量的微粒所组成，这与以太是一种真空态物质的本来意义不符，也会产生很大的矛盾。在星系世界，如果不假定存在有质量的暗物质，那么，天体的运动轨迹极大地偏离了牛顿定律。如果假设中的暗物质就是以太，而它不仅存在于星系世界，也存在于太阳系中，那么，太阳系里也会存在大量的暗物质，它们也会使行星的运动轨迹偏离牛顿定律，但是，行星的运动轨迹完全符合牛顿定律，太阳系里的以太质量的巨大作用到那里去了呢？

实际上，质量只是代表实物多少的量，以太本身是无所谓质量的。当然，质量与以太有密切的关系，在第一章里已经提到，实物是以太密度波包的核心，这意味着质量是以太分布不均匀的一种表现。人们囿于"质量是代表物质多少"的观念，开始并不认为真空态的场是一种物质，直到场的量子性被发现，才承认了它的物质性，因为量子性意味着有能量，而能量必然伴随着质量。然而，引力场至今无法量子化，难道它不是物？其实，场的量子性是以太密度波动性的反映，是以太与实物相互联系，相互转化的表现，这在第七章里将有进一步的说明。

另外，有些物理学家认为，真空是洛伦兹对称的，因此它不可能是以太。洛伦兹对

称性就是相对论时空的对称性，实际上，我们可以用以太来说明洛伦兹对称性的实质，我们在第一章已经指出，在相对论时空观中，以太的分布是处处均匀，各向一致的，这就是洛伦兹对称性的物理图象，在这里，以太是本，洛伦兹对称性是末，以洛伦兹对称性否定以太，是本末倒置了。

以太的概念是随着历史的发展而变化的：笛卡尔的以太不同于亚里士多德的以太；19世纪的以太又与笛卡尔的以太有所区别；而我们的以太观将摈弃19世纪以太论的机械性，吸收现代物理学，尤其是相对论、量子场论的精华，它是对19世纪以太论的现代演绎，是19世纪以太论的否定之否定。

参考文献

[1]、程宜山，中国古代元气学说，湖北人民出版社。

[2]、申先甲等，物理学史简编，，山东教育出版社，1985。

[3]、Whittaker E T, A History of Theories of Aether and Electricity[M], Dover Pub, New York, 1951.

[4]、www.CellularUniverse.org，Conrad RanzanA Compendious Summary and Chronology of the Aether Theories (rev 2011-12)

[5]、林成滔，科学的发展史，陕西师范大学出版社，2009。

[6]、爱因斯坦，爱因斯坦文集，北京，商务印书馆，1977。

[7]. Casimir, H. D. Polder, The influence of retardation on the London-van der Waals forces, Phys. Rev, 1948, 73 (4), 360-372.

[8]. Larrimore, L. Vacuum fluctuations and the Casimir force, physics, 115, 1-4(2002).

[9]、薛晓舟，量子真空物理导行，北京，科学出版社，2005。

[10]、J.P.Francoise, G.L.Naber, T.S.Tsun, Encyclopedia of Mathematical Physics. 6, Codensed Matter and Optics; Quantum Information and Computation; Quantum Mechanics, Beijing, Science Press, 2008, p. 187。

[11]、Y. Aharonov, D. Bohm, Phy. Rev. 115, 485, (1959)

[12]、Tian Yu Cao, Conceptual Developments of 20th Century Field Theories, Cambridge University Press 1997。

[13]、Tsao Chang,Research on the Theory of Space and Tine,Shanghai Science and Technology Document Press, 2011(in chinese).

[14]、Л. Д. Ландау, E. M. Лифшиц, The Mechanics of Continualmedium, Beijing, The Publishing House Of People Education, 1960，p.672 (in Chinese).

第三章 时空观的沿革

空间和时间的概念有狭义和广义之分。狭义的空间和时间的概念是指它们的本来意义：空间是物质的存在、发展、变化的舞台；时间是事物的前后次序和持续性的表现。广义的空间不但包含了时间，也被广泛地用来表示一些事物的表现形式，而其中的某种独立的参数则被当作“空间”的维。比如，数学里有希尔伯达空间、向量空间；物理学中有动量空间、同位旋空间；其他的有社会空间、想象空间等等。本文的时空只是指它们的本来意义。

古人眼见日、月、星辰东起西落，循环往复，事物发生、变化，生生不息，逐渐形成了时间和空间的概念，并设法对它们进行衡量。最初，最方便、简单的衡量工具是人体，比如，用脉搏来衡量时间，用手掌、脚步来计算长度。对于较长的时间来说，循环往复的天文现象是最好的时间单位，如年、月、日等等。后来，又逐步发明了沙漏、量尺、钟表等各种各样的时空计量工具。

时间和空间可以被衡量，于是人们就尝试对它们作进一步的描述，而这种描述与宇宙观有关。中文的宇宙二字，宇代表空间，宙代表时间。

3.1、宇宙和时空

人类是用感觉器官和仪器来感知世界的。在古代，宇宙就是人们眼睛所能看到的一切事物。

中国古代的宇宙学说主要有三种[1],它们是盖天说、浑天说和宣夜说。

盖天说出现于 3000 年前，最初，它被描述为“天圆如张盖，地方如棋局”。当然，这只是一种直观的比喻，天圆地方不对称，于是，后来逐步演变成天、地都是拱形的，北极星是天的中心，在那里天、地相距 8 万里；地不动，日月星辰在天球上，并随着天球绕中心旋转，其中，太阳轨道会随着季节而变化。盖天说认为大地是平的，因此只描述了人们头顶的半个天球。

在公元前 300-400 年间，人们逐步意识到：天、地都是球形的，地球也会运动，由此产生了浑天说。被称为东方亚里士多德的张衡，是浑天说的代表人物，他对浑天说作了这样的描述：“浑天如鸡子，天体圆如蛋丸，地如鸡子中黄，孤居于天内，天大而地小。天表里有水，天之包地，犹壳之裹黄。天地各乘气而立，载水而浮……”他曾相当精巧地设计制造了一架浑天仪，在水流的推动下，一天刚好转一圈，仪器上的星星起落和实际天象几乎完全吻合。

以上两种宇宙说都认为人们看到的蓝天有个外壳，因此，人类能够观察到的宇宙是有限的。另外一种宇宙说，宣夜说，它的产生时期与浑天说差不多，则明确地否定了天壳的存在。它认为：人们看到的天壳并不是真的，天色苍茫，是由于我们看得非常遥远的缘故，犹如远山色青，深谷色黑，青与黑都不是它们的本色；日月众星自然地存在于虚空之中，它们的运行靠的是气的作用。在这里，引力被看成是元气的作用，而元气是一种真空态的物质，这样的描述与现代人的认识比较接近。不过，它没有描述日月星辰的运动规律，因此，应用价值不大，流传不广。

在西方，比张衡小 7 岁的托勒密，在总结古希腊天文学成就的基础上，提出了托勒密地心体系，它能对当时观察所及的天体运动，特别是行星运动作出比较精确的计算，因而在长达 1500 年的时期内被认为是真理。托勒密认为复杂的行星运动可以用简单的圆周运动合成，其中，每个行星按两个或两个以上的圆形轨道系统运行：一种叫它的均轮，另一种是它的本轮。

随着天文观察精确度的提高，到了哥白尼时代，本轮和均轮的圆圈数竟然多达 80 个左右。出生于 15 世纪的哥白尼信奉自然的简单、和谐，意识到托勒密地心体系肯定存在问题，而且，只在原有体系的基础上修修补补解决不了问题，应该要有重大的突破。他经过多年的悉心研究，发现每个行星都有三种共同的周期运动，即一天，一年和相当于岁差的周期运动，如果将这些分别归为地球的自转、公转和地轴回旋，就可以使行星的运动一下子简化很多，因此，将宇宙中心让位给太阳更为合理，从而提出了太阳中心说，冲破了地球是宇宙中心并固定不动的陈旧理念。

哥白尼对地心说的突破，引发了其他方面的新突破。他去世后不久，有三颗耀眼的新星在科学界相继升起。他们是伽利略、开普勒和笛卡尔。

伽利略，一位开启近代科学的大师，是他开创了实验和数学相结合的物理学研究方法；他提出了显示时空均匀性的惯性原理；他发现的摆的等时性原理，为钟表的发明提供了理论依据；他研制和运用天文望远镜，看清了行星的真面貌，为将宇宙空间扩大到无限创造了条件。

开普勒，被誉为天空立法者，他发现行星的运动轨道是椭圆形，终结了行星轨道由圆周运动合成的本轮和均轮系统，并总结出了行星运动三大定律，为牛顿发现万有引力定律打下了基础。

笛卡尔，一位近代西方哲学的开创者，他最早将以太引入科学，是真空不空论的近代奠基人；他把本来互不联系的两个研究领域，几何与代数，结合起来，引进了坐标系，

建立起平面上的点与数对的对应关系，从而可以用代数方程来表示几何曲线，同时也使数学从常量进入变量时代，这让时空描述变得形象、方便。

到了牛顿时代，人们已经形成了这样的时空观念：时空是万物生存、运动、发展和变化的所在，它们与物质无关；空间被用来描述物质的位置、形状，它是无限的；时间被用来描述事物的前后次序，它均匀流逝，没有开始和终结，是物质存在、运动和变化的持续性的表现。这样的时空观念是诞生牛顿物理的温床。

3.2、牛顿时空观

牛顿时空观也叫绝对时空观。牛顿在“自然哲学之数学原理”[2]中写道：“绝对空间的自身特性与一切外在事物无关，处处均匀，永不移动。相对空间是一些可以在绝对空间中运动的结构，或是对绝对空间的量度。”“绝对的、真实的和数学的时间由其特性决定，自身均匀地流逝，与一切外在事物无关。相对的表象的和普通的时间是可感知和外在的对运动之延续的量度，它常被用以代替真实的时间，如 1 小时、1 天、1 个月、1 年。”“与时间间隔的顺序不可互易一样，空间部分的次序也不可互易……所有事物置于时间中以列出顺序，置于空间中以排出位置。”

在牛顿看来，空间、时间分别代表物质存在的广延性和顺序性，这是两个直观的，由人类经验得出的概念，简单、易懂，无须定义，以上只是一些说明[3]。

牛顿对空间和时间的说明相当确切。绝对的空间和时间是科学的抽象，人们总是通过相对的空间和时间来认识它们的。例如，一节车厢内的空间，它是相对空间，可以运动，也可以度量，人们通过对许许多多这样的相对空间的认识，而抽象出了绝对空间，它总是相对静止的，不会随着车厢运动。同样，人们通过对 1 天、1 月、1 年等等相对时间的认识，抽象出了绝对时间，它均匀地流逝着。

抽象概念在人类的思维中有着重要的作用，它是我们描述世界所不可缺少的。例如，人是个抽象概念，它是从无数的，具体的你、我、他中抽象出来的，它不代表具体的一个人，但代表了我们整个群体。一个具体的人，可能会出现非人类共性的怪态、怪脾气和怪动作，他的生命是很短暂的；而人所代表的是人类的共性，其存在是长久的。因此，抽象是一种对某方面的信息进行综合、分析，由表及里地把共同的，本质的属性浓缩出来的过程或结果。它来自具体，高于具体，比具体更全面、更普遍、更能反映事物的本质。同样，抽象的绝对时空比一些具体的相对时空更具普遍性和真实性。

空间和时间是经典物理学中最最基本的物理量。时空观就是物质在运动中的时空关系，这是一种最基本的物理学关系。伽利略变换是人们根据当时对时空的普遍性的常识

得出的，它表达了牛顿的绝对时空观。

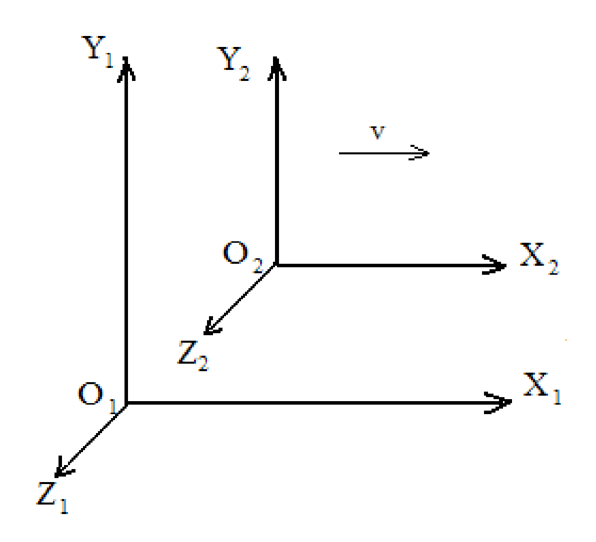


图 3. 1：两个平行的惯性坐标系

如图 3.1 所示，在两个不同的惯性参照系上，建立二个平行的直角坐标系 $O_1(x_1, y_1, z_1)$、$O_2(x_2, y_2, z_2)$，它们的 X 轴互相平行，O_2 相对于 O_1 以速度 v 沿 X 轴正方向匀速直线运动。那么，在牛顿时空观中，它们之间存在着伽利略变换关系：

$$\begin{cases} x_2 = x_1 - vt_1 \\ y_2 = y_1 \\ z_2 = z_1 \\ t_2 = t_1 \end{cases} \tag{3.1}$$

3. 1 式是两个不同的惯性参照系之间的时空关系，我们可以由此分析牛顿时空观的基本特性，其主要是三点：

一是空间和时间都与物质无关，因为在伽利略变换式中没有与物质性质相关的参数。

二是时间与空间各自独立，因为 $t_1 = t_2$ 告诉我们，时间是普适的，它不会因空间的变更而改变。

三是时空标准不变。时空标准，即时间和长度的单位的值，是特定的时间间隔和长度间隔，而时间间隔和长度间隔在伽利略变换中是不变的。

关于时间，两个给定的事件 P 和 Q，由于 $t_1 = t_2$，它们发生的时间间隔，对 O_2 和 O_1 上的观察者来说都是相同的：$t_{2p} - t_{2q} = t_{1p} - t_{1q}$，即在伽利略变换中，时间间隔不变。

关于长度，设 A 和 B 是一根刚体棒的两个端点。在 O_1 中，它静止且与 X 轴平行地

放着，其两个端点的位置是 x_{1B} 和 x_{1A}。在 O_2 上的观察者看来，它在以-v 的速度相对运动，他测得的棒的端点的位置是 x_{2B} 和 x_{2A}，运用伽利略变换得：$x_{2B}=x_{1B}-vt_B$ 和 $x_{2A}=x_{1A}-vt_A$，因为棒的两个端点是在同时运动着的，所以 $t_B=t_A$，从而 $x_{2B}-x_{2A}=x_{1B}-x_{1A}$，即在伽利略变换中，空间间隔不变。另外，空间间隔不变性也说明空间不会随时间变化。

站在地上的人看到火车在轨道上奔驰；而火车上的人看到地面上的树木等在窗外迅速掠过，因此，从形式上来说，运动总是相对的。有不少人（包括牛顿）认为，绝对时空观意味着存在一个绝对静止的时空，这是一种误解，在伽利略变换中，没有绝对静止时空的存在余地。一个相对的时空可以被度量和描述它的运动，但具有普遍意义的时空是指抽象的时间和空间，它们无所谓形状大小，是被用来表达物质运动的，因此，时空本身无所谓运动。不过，“物质在时空中运动”的说法，又总是给人一种时空相对静止的感觉。众所周知，物质的运动是相对于所取的参照系来说的，因此，对于静止的时空，可以理解为：对于任何参照系，我们都可以认为存在着一个相对静止的绝对时空，它们在牛顿物理中是完全等价的。实际上，所谓静止的时空，就是一个进行物理描述的时空参考体系，因为牛顿的时空标准与物质环境无关，所以它可以任意确定。我们可以在任一参照系上确定一个刚性坐标系，以对事物进行时空描述，这个相对于参照系静止的坐标系就是一个抽象的绝对时空的数学表达。

时空可分为绝对时空和相对时空，由伽利略变换所表达的，以上述三大特征为代表的绝对时空观，它所描述的不只是经典物理学的时空，更是具有普遍意义的客观时空，真正的时空。物理学的时空，严格地说，都是可测量的相对时空，不是真正的时空。有人认为，没有物质，哪来时空？因此，时空与物质是不可分的，绝对时空与物质无关就是错误的。这里存在着对“无关”和“有关”的界定问题。时空是用来衡量物质运动的，没有物质，当然也就无所谓时空。而绝对时空与物质无关，指的是时空与物质各自独立，物质的运动、变化不会影响时空的衡量标准。一个标准会变化的时空能算得上是具有普遍意义的真正的时空吗？由于存在定量效应，绝对描述与定量描述之间存在着一定的错位；但是，在绝对描述的基础上，可以揭示定量描述的物理机制，这是绝对描述的意义所在。

3.3、相对论时空观

牛顿时空观是人类的长期经验积累的结果，而相对论时空观则是爱因斯坦个人天才的产物。爱因斯坦从小就对时空现象比较敏感。据说，5 岁时，他父亲给了他一只指南针，

这触动了他的好奇心：为什么这指针总是指着一个方向呢？从此，一个又一个的“为什么”在他的头脑里出现，并常常陷入沉思之中。他在 16 岁时曾考虑过这样一个问题：如果一个人跟着光线跑，并企图抓住它，会发生什么现象？最后，他的思绪聚焦在相对性原理和光的传播定律之间的关系上。

相对性原理最早由伽利略提出，它认为力学定律在一切惯性参考系中具有相同的形式，任何力学实验都不能区分静止和匀速运动的惯性参考系。这意味着时空是处处均匀，各向一致的，没有一个惯性参考系空间是特别的。根据这一原理，如果一束光相对于参照系 O_1 的速度是 c，而 O_2 相对于 O_1 的速度是 v，那么，光相对于 O_2 的速度是 c+v，即光速不恒定。然而，在电磁学里，真空中的光速是个常量。据说，爱因斯坦曾长时间被这一矛盾所困惑，后来，在一次与朋友的讨论过程中，他终于顿悟到问题原来出在一个最不容易被人怀疑的基本思想观念，即同时性的问题上。他说：“时间这个概念本来是不能给一个绝对的定义的，但是在时间和信号速度之间有着不可分割的关系。有了这个新的概念，前面所说的困难就全部迎刃而解。5 个星期之后，狭义相对论就完成了。”[5]在这里，他指出了建立相对论的关键是：时间和信号速度之间有着不可分割的关系。其中的信号速度是指光速，因为它是已知的最快的信号速度。于是，他把时间标准和长度标准都与光速联系起来了，因为光速是光在单位时间中传播的路程长度。这再次印证了我们前面说过的观点：相对论是以光作为时空衡量标准的一种时空理论。

在爱因斯坦以前，洛伦兹等人已经提出了洛伦兹变换。他们的解释是：运动物体在以太的作用下，运动方向上的长度会收缩。而爱因斯坦在相对性原理和光速恒定的基础上进行数学演绎，得到了洛伦兹变换。他认为，洛伦兹变换显示了一种不同与牛顿的时空观，它在运动速度为零时化为牛顿时空观，即牛顿时空观只是一种近似的时空观。

如果二坐标系的关系如图 3.1 一那样，那么，洛伦兹变换为：

$$\begin{cases} x_2 = \beta(x_1 - vt_1) \\ y_2 = y_1 \\ z_2 = z_1 \\ t_2 = \beta(t_1 - vx_1 / c^2) \end{cases} \qquad \left(\beta = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \right) \qquad (3.2)$$

从（3.2）式，我们可以得出狭义相对论时空观的几个特性：

一是长度标准会随着运动速度而变化。设想一两端为 A、B 的量尺，静止且与 X 轴平行地放 O_2 上，它在 O_2 中的静止长度是 $x_{2B} - x_{2A}$；在 O_1 上的观察者看来，AB 是运动着的，而且，A、B 二点总是同时运动着的，它的长度，由 3.2 式可得：

$x_{1B}-x_{1A}=(x_{2B}-x_{2A})\sqrt{1-v^2/c^2}$。可见，运动棒长度的测量值 $x_{1B}-x_{1A}$ 是其静止长度 $x_{2B}-x_{2A}$ 的 $\sqrt{1-v^2/c^2}$ 倍，即长度间隔收缩了。设该量尺运动时的单位长度为 dr，静止的单位长度为 dr_0，那么

$$dr=\sqrt{1-v^2/c^2}\,dr_0 \qquad (3.3)$$

二是时间标准会随着运动速度而变化。设想有一只放在 O_2 坐标系的原点（x_2=0）的钟，它前后记录了相隔 1 秒钟的两个事件发生的时刻 t_{21}=0 和 t_{22}=1，而在 O_1 坐标系上的观察者看来，根据洛伦兹变换计算，这两个事件发生的时刻分别为 $t_{11}=0$，$t_{12}=\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$，这显示，运动物体上的时间间隔，或者说时间标准变慢了，或膨胀了。设时钟运动时的单位时间为 dt，静止时的单位时间为 dt_0，那么

$$dt=\frac{dt_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \qquad (3.4)$$

三是长度和时间纠缠在一起，不再互相独立，这由洛伦兹变换的第 4 式很清楚地表示着。

四是长度和时间与实物有关。牛顿时空观中的速度与实物没有实质上的联系；而相对论中的实物质量与速度相关：

$$m=\frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \qquad (3.5)$$

因此，与速度有关的长度和时间就与实物的质量有了联系。

由上可知，狭义相对论时空观的基本特性与牛顿时空观恰恰相反。

狭义相对论描述的是惯性参照系之间的时空关系。如果一个人乘坐在加速运动的火箭上，时空关系又会出现怎样的情况呢？这是广义相对论所讨论的问题。爱因斯坦通过惯性质量与引力质量相等的假设，建立了广义相对论[6]。

在牛顿力学中有两种不同意义的质量：

力=惯性质量×加速度

力=引力质量×引力场强度

如果惯性质量与引力质量相等，那么，加速度就相当于引力场强度。加速度是速度

的时间变化率；而引力场强度是引力势的空间变化率，于是，时空与引力势发生了关系。

在广义相对论中，时间和长度的标准会随着引力势而变化，对此，可以通过等效原理和能量守恒定律来导出一个简单的表达式：设在一个孤立的星球引力场中，一物体从无限远处向这星球自由降落，初速为 0，在离星球 r 远处时，速度达到 v，当地的引力势是 φ（以无限远处为零点），那么它的动能与势能之和始终为零：$\frac{1}{2}mv^2 + m\varphi = 0$,即:

$$\varphi = -\frac{1}{2}v^2 \qquad (3.6)$$

把 (3.6) 代入 (3.3) 和 (3.4), 得:

$$dr = \sqrt{1 + 2\varphi / c^2}\, dr_0 \qquad (3.7)$$

$$dt = \frac{dt_0}{\sqrt{1 + 2\varphi / c^2}} \qquad (3.8)$$

（3.7）、（3.8）与广义相对论中的史瓦西（Schwarzschild）解的结果完全一致[7]，其中的 dt_0、dr_0，是指远离引力场的参照系上的固有的单位时间和单位长度。

在引力场里，引力势的分布是不均匀的，而时空标准会随着引力势变化，这被广义相对论描述为“引力场使时空弯曲了”。

广义相对论用存在局部惯性系的黎曼几何来描述引力场，其方程为：

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = kT_{\mu\nu} \qquad (3.9)$$

（3. 9）式的左边是表征引力场时空属性的爱因斯坦张量，右边是作为引力场源的物质能量动量张量，在这里，时空的结构和性质取决于物质的分布，物质周围的引力场使四维时空弯曲了。其意思是：当没有任何物质或能量存在时，空间应该是平直光滑的，当一个大质量物体进入空间后，平直的空间就发生了弯曲凹陷，这好比一条在席梦思上铺得很平很直的床单，当放进一个保龄球时，床单就凹陷下去，而放在床单上的东西会因床单凹陷而受力运动，所谓引力就是因为这样的空间弯曲所造成。

爱因斯坦于 1916 年建立了广义相对论，第二年就提出了一个宇宙学模型。他认为宇宙应该是静态的，“有限无边”的，其意思是，宇宙的四维时空好比是一种高维空间中的稳定的球面，这球面的面积是有限的，但它没有边界。为了得到静态的宇宙解，他还在方程 3. 9 中加了一个宇宙常数 Λ 项。

后来，有人指出，作为 3. 9 式场方程的解的宇宙模型是不稳定的，它要么膨胀，要么收缩。接着，1929 年，哈勃发现：河外星系的光谱线红移量与它们离开地球的距离大

体上成正比。如果假设这种红移是星系视向运动的多普勒效应，那么，红移-距离关系就意味着宇宙在膨胀。既然宇宙在膨胀，它就必然有一个起点，从而导致了大爆炸宇宙学的兴起，它认为：物质、时间、空间都在大爆炸的一瞬间产生。这看起来非常荒诞，开始，相信的人不多。后来，被看成是大爆炸余热的宇宙微波背景辐射发现了；宇宙中氦元素的丰度与大爆炸理论的预言也基本相符等等，于是，大爆炸宇宙学渐渐成了标准的宇宙学模型。膨胀宇宙模型得到认可后，爱因斯坦曾感慨地说：引入宇宙常数是他毕生最大的错误。不过，现在有许多人认为：宇宙常数的引入并不违背任何基本原理，它可能代表了宇宙真空场的能量-动量张量或所谓的暗能量。

大爆炸宇宙学的证据是确实可信的，还是一些牵强附会或巧合？这留待第八章里讨论。

3.4、其他时空理论

相对论没有终结对时空观的探讨。相反，相对论时空观引起了孪生子佯谬、潜水艇悖论、车库悖论[8-10]等等，这促使人们去探讨新的时空理论。

3.4.1、弦理论的高维时空观[11，12]

相对论在时空观方面有二大变革：一是把时间当作一维特殊的空间，从而扩大了空间的维数；二是将引力几何化了。

弦理论沿着相对论形式上变革的思路，进一步扩大了空间的维数：弦理论的数学方程要求空间是 9 维的，再加上时间维度，总共是 10 维时空；而由 M 理论给出的更完全的认识，揭示了弦理论的第 10 维空间方向，因此理论的最大维数是 11 维。

弦理论家们普遍相信标准模型中的基本粒子实际上都是一些小而又小的振动的弦的闭合圈(称为闭合弦或闭弦)，所有粒子都可由闭弦的不同振动和运动来得到。弦并不是在平常的三维空间运动，而是在我们无法想象的高维空间运动。我们过去关于空间的观念都是错误的，空间正在以一种陌生得令人惊讶的方式活动着。从本质上讲，所有的粒子都是质地相同的弦的不同的振动，它们实际上是在相同的弦上弹奏着不同的“音调”。弦理论也统一了四种基本力：开弦的端点为带荷的粒子，弦的振动描述了它们之间传递的力，引力是闭弦的振动。

然而，在人们的感觉中，空间总是三维的。对此，弦理论认为，高维空间的存在是合理的，可以举一个水管的例子来说明：水管的表面是二维的，但是当我们从远处看它时，它却像是一维的直线。这是为什么呢？原来，水管的那两维很不一样，沿着管子伸展方向的一维很长，容易看到；而绕着管子的那一个圆圈维很短，“卷缩起来了”，不容

易发现。你必须走近水管，才能看清绕着圆圈的那一维。同样道理，在弦理论的 11 维空间中，3 维空间和 1 维时间是可以很容易探测到的宏观维，其他 7 维是难以探测到的微观的空间维。据说，弦微小到只有 10^{-33} 厘米，这个长度比我们今天能达到的最小尺度低 17 个量级，用今天的技术，要银河系那么大的加速器才能直接看见一根一根的弦。

弦理论家们认为，在我们的三维空间里，相对论和量子理论就像两块互不相干的碎片，永远也拼合不到一起。但把空间的维数向上抬高为十维，这两块看似互不相干的碎片就会令人震惊地结合得天衣无缝，成为一个更完整的理论大厦的两根互相依存的支柱！虽然我们在三维空间中无法想象和描述一个 10 维的空间，但我们却能通过复杂的数学方程推导出它的存在。

在弦理论中存在着许多可调节的自由常数，弦理论家们深信，只要适当调节这些自由常数，一定可以找到物理学的终极理论。然而，这种理论既很难证伪，也很难取得正果。比如说，弦理论预言了一个新粒子，它在某一高能加速器的探测范围内，但结果探测不到，那么，超弦理论家只要修改一下某个常数，就可以改口说：新粒子的质量超过了这个高能加速器的探测范围。另一方面，如果我们要求一个负的或零的宇宙学常数，那么就有无限多个不同的理论；如果要有一个正的宇宙学常数，理论的数量是有限的，大概为 10^{500} 个！要在这里找出一个终极理论来，比大海捞针还难。

实际上，物理学的终极理论是不存在的。一位物理学家说：我曾为那些思想的现代方法着迷了：超对称、超弦、隐藏的额外维的空间……可是，几年前，也许因为我更深刻认识了科学思想的历史和文化过程，事情突然变了。我开始怀疑统一，觉得它不过是实在的一神论在科学的翻版，是在方程里寻找神的存在。

相对论是一种把现实的时空标准的变化当作时空本身变化的物理学的数学模型；而弦理论，与其说它是一种物理理论，不如说它是一种数学理论，它激发了数学的进步，有多位弦理论家获得了有数学诺贝尔奖之称的菲尔茨奖，但这不能证明它是正确的物理理论。托勒密的均轮-本轮理论曾刺激了三角和数论的发展，但它并不因此而正确。如一个老科学家所说：“归根结底，数学只是我们的，而不是宇宙的。”

3.4.2、推广的伽利略变换（GGT）

洛伦兹变换表达相对论时空观，于是，有人从修正洛伦兹变换式入手来探索新的时空理论。F. R. Tangherlini 和张操教授提出和发展了“推广的伽利略变换（GGT）”[13]，就是这方面的一种尝试。

设$O_0(X,Y,Z)$为特殊惯性系，$O(x,y,z)$是以常速v，沿 X 方向运动的惯性系，那么，GGT 为：

$$\begin{cases} x=\beta(X-vT) \\ y=Y \\ z=Z \\ t=\beta^{-1}T \end{cases} \qquad (3.10)$$

由 3.10 可知，GGT 既有伽利略变换的性质，即在两个惯性系之间，时间变换与空间坐标无关，同时性是绝对的；也有洛伦兹变换的特性，即在时间变换中有个钟慢因子β^{-1}，在空间变换中有个尺缩因子β。

张操教授指出：当描述亚光速粒子以及光子运动时，GGT 理论与狭义相对论同样地与实验相一致，只是狭义相对论的表述更为简单。可是在描述超光速的快子时，GGT 理论定义的时间要比狭义相对论具有优越性，因为，在 GGT 的框架中，在不同参考系中观察到的超光速粒子总是在时间中正向运动，不会出现时间的“反演”。

张操教授对时间概念有精辟的见解。他认为，在物理学中可以有多种时间定义，各种时间定义可以用确定的数学公式相联系；爱因斯坦的时间定义只是一种可取的方案，不能代替全部。例如，Atlanta 采用美国东部时间，Huntsville 采用美国中部时间，这两地的地方时间之间有 1 小时的时差，有人某天于当地时间的上午 10:00 从 Atlanta 乘飞机出发，这时，Huntsville 的当地时间是 9:45，所以，他要把手表指针倒转 15 分钟。显然，这不意味着时间倒转了，而是由于他采用的都是当地时间之故。如果他采用统一的格林尼治时间的话，就不用调整手表了。同样，相对论的时间是一种地方时，不同的地方，时间标准是不同的，如果存在超光速运动，就将造成时间读数的倒退；而 GGT 时间好比一种格林尼治时间，在超光速运动中不会出现时间的反转。

3.4.3、物质空间理论

物质空间的观念源于笛卡尔的思想。笛卡尔认为不存在一无所有的空间，真空中充斥着以太。我们已经指出，相对论的四维时空连续体，其实是以太在相对论时空观中的形象，所以，相对论的空间是一种物质空间。不过，爱因斯坦和当代物理学家很少意识到这一点。张操教授则明确指出：“既然以太（或真空）作为背景场是一种客观的物质，以太与运动物体的相互作用应是一个研究课题，相对论的基础应该受到再考察。”

上海师范大学信息与机电工程学院的殷业博士也明确主张物质空间的观念，他提出了“物质空间层次宇宙模型”[14]，其要点如下:

(1) 所有存在的空间都是物质空间。

(2) 物质空间具有层次结构,由稠密向稀薄,从低级到高级递进. 最稠密的空间是宇宙爆炸时的“奇点”,最稀薄的空间是“无”空间.“无”空间是假设的一无所有的空间,但“奇点”和“无”空间都是作为极限空间而存在。

(3) 地球周围能看到的空间是:固态空间、液态空间、气态空间、真空空间,它们都是物质空间,人类生活在气态空间中,鱼生活在液态空间中。

(4) 真空是一种物质空间,本宇宙为一个真空物质组成的有限封闭空间,在它的最外端的膨胀界面之外假设存在比真空更稀薄的物质空间,定义它为:“YIN 空间”。

(5) 低层次空间相对于高层次空间,在物质形态上表现为不连续的量子化. 如:鱼是一条一条的固态,水是连续的液态；气态的恒星在真空中是一颗一颗的,真空是连续的；同理,YIN 空间是连续的,本宇宙真空球和其他宇宙真空球是一个一个分布其中的. 物质空间层次宇宙模型示意图如图 3.2 所示.

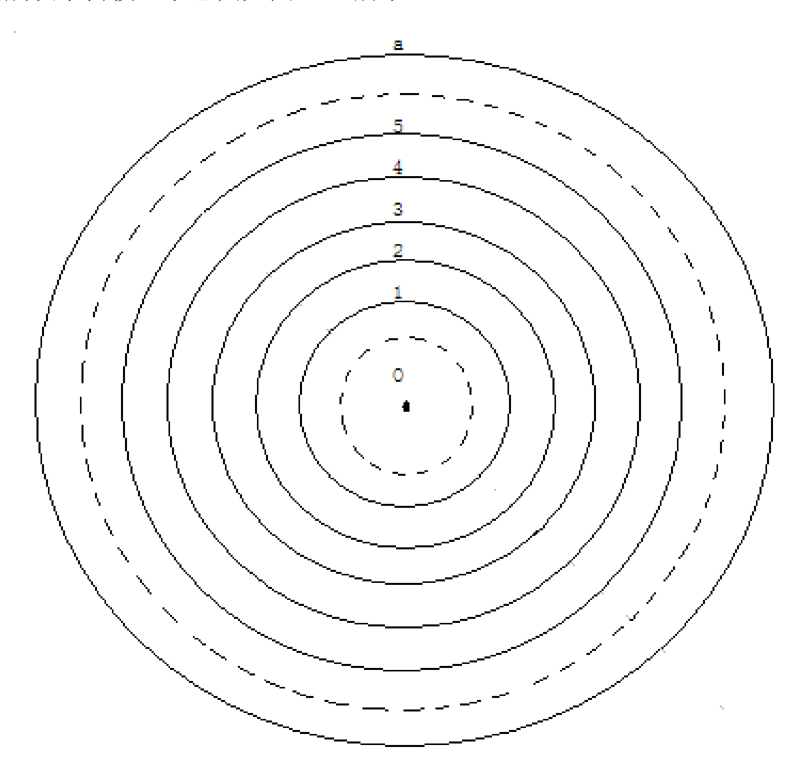


图 3.2 物质空间层次宇宙模型示意图：中心 0 为奇点；1 是固态空间；2 是液态空间；3 是气态空间；4 是真空空间；5 为 Yin 空间；a 为无空间。

在物质空间的基础上，殷业博士进一步提出：质量和真空空间能可以相互转化，在等能量密度膨胀时，遵循质空积守恒，这样将能量守恒定律的适用范围扩展到了包含真空空间能[15]。在这里，殷业博士提出了一个新的概念：质空积，即运动物体的体积与它质量的乘积。注意，其中的“运动物体的体积”的变化，仅仅是指狭义相对论性效应引起的体积变化。

殷业博士对相对论的悖论深有研究，他认为：“因为不存在绝对惯性系，所以伽利略相对性原理是一条近似原理，爱因斯坦将伽利略相对性原理绝对化了，这既是爱因斯坦出彩的地方，也是爱因斯坦出错的地方，将相对性原理绝对化加上光速不变公理使爱因斯坦得到了对称的狭义相对论，但同时对称的理论和不对称的真实之间隐含了偏差，当这种偏差不能忽略时就产生了悖论。”“相对论是忽略了参照系的差异才导致时钟快慢的相对性，通过对相对论的修正，由相对性引起的悖论就全部自然消失了。”[16]

3.5、宏观物理学的 Smarandache 几何模型

牛顿时空观和相对论时空观，它们所描述的时空都是宏观物理学的时空，其中有 3 种不同的时空几何。

牛顿时空是三维欧几里德空间加一维时间。欧几里德空间是一种刚性几何体，所谓刚性，就是不会变形，其具体的表现是：任意二点之间的距离 s 与参照系的选取无关，即：

$$ds^2 = dx_1^{\ 2} + dx_2^{\ 2} + dx_3^{\ 2} = \text{不变量} \qquad (3.11)$$

这对于牛顿空间来说是很显然的，因为牛顿的长度标准处处相同。另外，由于牛顿的时间标准处处相同，因此，任何一个时间间隔与参照系的选取无关，也是刚性的。

在狭义相对论中，时空标准会随着参照系的不同而变化，（3.11）式就不再是不变量了。这意味着狭义相对论的时空不是欧几里德的刚性空间了吗？不是。狭义相对论的空间和时间是纠缠在一起的，闵可夫斯基将时间当作一维特殊的空间，并用 $x_4 = \sqrt{-1}ct$ 来替换通常的时间坐标，那么，这四维时空中任意二点间的距离也与参照系的选取无关：

$$ds^2 = dx_1^{\ 2} + dx_2^{\ 2} + dx_3^{\ 2} + dx_4 = \text{不变量} \qquad (3.12)$$

因此，狭义相对论的四维时空连续体也是欧几里德几何体。

在广义相对论中，时空几何由物质及其运动所决定。在这里，时空失去了刚性，而变得跟软体动物一样，会随着物质的运动而“蠕动”，（3.12）式就不能成立。这就是说，

广义相对论的时空成了一种非欧几里德几何体。在欧几里德几何里，二点之间直线最短，而在非欧几里德几何里，二点之间弯曲的测地线最短。

在欧几里德几何中，坐标轴是直线，三维空间 3 条直线，四维空间 4 条直线。对空间中的任何一点 p ，我们可以过这一点作 n（维数）条与坐标轴平行的直线，就可确定这一点的位置 p（$x_1, x_2 \cdots x_n$）。在非欧几里德几何中，确定一个点的是 n（维数）条曲线。在广义相对论中，将无限小的曲面看作欧几里德平面，无限接近的二点之间的距离 ds 作为平面线段处理，四维时空线元表示为：

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx_\mu dx_\nu \quad （\mu，\nu=1、2、3、4） \qquad (3.13)$$

其中 $g_{\mu\nu}$ 是表示该点时空性质的度规张量。

宏观物理学的时空包含了 3 种不同的时空几何：牛顿空间、狭义相对论空间和广义相对论空间，对此可以直观、简单地构作一个 Smarandache 几何模型。

如图 3.3 所示，半椭圆形 ACB 外，是一般的牛顿空间，直线、平行线就是通常的直线、平行线，适用于三维欧几里德几何。半椭圆形 ACB 内是相对论空间，它被直线 AC 分成二部分，其中 S_1 表示狭义相对论空间，在这里，我们定义：从其中任何一点出发的，可以无限延长的射线为 Smarandache 直线，记为 S_1-直线，代表被时间牵连的狭义相对论四维空间中的直线；两条不相交的 S_1-直线为平行线。那么，过 S_1 内任何一点 P，只能够在 AB 方向上作 S_1-直线，有且仅有一条 S1-直线与给定的 S1-直线 CA 平行，这表示 S_1 是一种四维欧几里德几何。S_2 表示广义相对论空间，在这里，我们定义：连接边上二点的线段为 Smarandache 直线，记为 S_2-直线，代表广义相对论的局域化的四维空间中的直线，如果两条 S_2-直线不相交，就为二线平行，那么，过 S_2 内任何一点 Q（不包括 AC 上的点），将有无数条 S_2-直线与给定的 S_2-直线 AC 平行，所以，S_2 可以表示四维非欧几里德几何空间。在这里，我们可以看到，半椭圆形 ACB 外的几何空间是最基本的空间，S_1 和 S_2 这两个几何空间，是在这基本空间的基础上设置边界，并另外定义直线和平行线的结果。这种情况与牛顿时空、狭义和广义相对论四维空间之间的物理意义很类似：在这三者中，牛顿时空是最基本的，它有二重意义，一它是真正的时空；二它是不存在以太或以太的作用可以忽略情况下的定量描述的时空；而狭义和广义相对论的四维空间都是由存在于牛顿时空中的可压缩性以太的作用引起的定量描述的空间，只是前者中的以太分布是均匀的；后者中的以太分布是不均匀的。

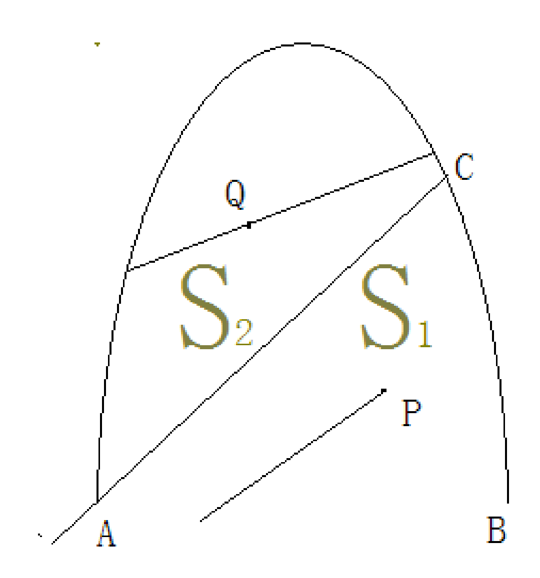


图 3.3 宏观物理学的 Smarandache 几何模型

图 3.3 的宏观物理学的 Smarandache 几何模型可以用少一条边的长方形或三角形等等来表示，我们选择了半椭圆形，这是为了在后面构建区间场论和整个宇宙的 Smarandache 几何模型打好基础，这样可以使图形更清晰、美观。

参考文献

[1]、郑文光、席泽宗，中国历史上的宇宙理论，人民出版社，北京,1975。

[2]、Newton, American Edition of Newton's 'Principia' in English, printed with other works, (1846).

[3]、Huang Zhi-Xun, Recent Advances in Modern Physics Research, National Defence Industry Press, Bejing, p.178, (2011) (in Chinese).

[4]、徐龙道等，物理学词典，北京，科学出版社，p963 (2004)

[5]、杨仲耆 ，申先甲 ：物理学思想史，长沙 ：湖南教育出版社 ，1993□550－551 。)

[6]、A. Einstein, Relativity The Special and The General Theory, Methuen &Co. Ltd. London (1955)

[7]、J. D. Walecka, Introduction to Modern Physics Theoretical Foundation, Lodon, Word Scientific PublisingCo, pp. 274-277（2008）。

[8] Langevin P, 1911 *Scientia* **10** 31。

[9] Sachs M, 1985 *Foundations of Physics* **15**(9) 977

[10] Rodrigues W, Rosa M 1989 *Foundations of Physics* **19**(6) 705

[11]、B.格林, 宇宙的琴弦，湖南科学技术出版社，2007.

[12]、Lee Smolin，物理学的困惑，湖南科学技术出版社，2008。

[13]、Tsao Chang, Research on the Theory of Space and Time, Shanghai Science and Technology Document Press, 2011(in Chinese).

[14]、殷业，物质空间层次宇宙模型，**吉林师范大学学报(自然科学版)**，2010 年 2 月第一期

Yin Ye, Multi2layer Model of Matter Space on Universe, Journal of Jilin Normal University (Natural Science Edition), No. 1 Feb. 2010

[15]、殷业，宇宙膨胀中的能量问题，**吉林师范大学学报(自然科学版)**，2010 年 5 月第 2 期。

Yin Ye, The Energy Problem in Cosmic Expansion，Journal of Jilin Normal University (Natural Science Edition), No. 2 May. 2010。

[16]、殷业，孪生子佯谬及实验研究方法，**吉林师范大学学报(自然科学版)**，2010 年 11 月第 4 期。

Yin Ye, Twin Paradox and the Method of Experimental Research, Journal of Jilin Normal University (Natural Science Edition), No. 4 Nov. 2010。

第四章 宏观以太与时空观

迈克尔逊-莫雷实验不能探测出地球相对于以太的绝对运动。为了解释这一结果，G. F. FitzGerald 在历史上首次提出：以太能够如相对论所说，在运动方向上收缩物体的尺寸，并且与通过以太的速度成比例。接着，洛伦兹变换被 J. Larmor、H. A. Lorentz 等逐步完善，是 Poincare 给了它现代形式，并命名它为洛伦兹变换[1-5]。最后，爱因斯坦在发展他的狭义相对论的过程中显示，洛伦兹变换涉及空间和时间的本质[6]。洛伦兹变换的不同的导出方法可以导致对它的不同的解释。我们在伽利略变换的基础上，用流体力学的方法导出了洛伦兹变换，这一过程，把绝对时空观、宏观以太和相对论时空观之间的内在联系充分显示出来了。

4. 1、洛伦兹变换的流体力学导出

在流体力学中，不可压缩流体的运动，速度势 φ 满足方程:

$$\Delta\phi\left(x.y.z\right)=0 \qquad (4.1)$$

如果有一个运动物体在无限大的可压缩流体中运动，这将在它周围的流体中引起速度（包括大小、方向）密度和压力等的扰动。如果可以假设这些扰动为一阶无穷小量，则可得一线性化的方程[7]：

$$\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)\frac{\partial^2\phi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\phi}{\partial y^2}+\frac{\partial^2\phi}{\partial z^2}=0 \qquad (v<c) \qquad (4.2)$$

其中 c、v 为该流体中的声速、流速

对(4.2)式作变换：

$$\begin{cases} x^{'}=\beta x \\ y^{'}=y \\ z^{'}=z \end{cases} \qquad \left(\beta=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\right) \qquad (4.3)$$

（4.2）就成了（4.1）的方程形式：$\Delta\phi\left(x^{'}.y^{'}.z^{'}\right)=0$。即（4.3）是将可压缩的流体变换成不可压缩流体的变换式。

如果存在一种特殊的流体，它能满足（4.2）式成立的有关条件。那么，我们在这种特殊流体上，建立二个平行的直角坐标系 $O_1(x_1,y_1,z_1)$、$O_2(x_2,y_2,z_2)$，它们的 X 轴互相重叠，O_2 相对于 O_1 以速度 v 沿 X 轴正方向匀速直线运动，那么，在绝对时空观中，它

们之间存在着伽利略变换关系：

$$\begin{cases} x_2 = x_1 - vt_1 \\ y_2 = y_1 \\ z_2 = z_1 \\ t_2 = t_1 \end{cases} \qquad (4.4)$$

和 $$\begin{cases} x_1 = x_2 + vt_2 \\ y_1 = y_2 \\ z_1 = z_2 \\ t_1 = t_2 \end{cases} \qquad (4.5)$$

将（4.3）代入（4.4）和（4.5）[（4.4）中的 x_1 是相对静止的固有长度，保持不变；同理，（4.5）中的 x_2 不变。] 并且去掉 $t_1 = t_2$，得：

$$\begin{cases} x_2^{'} = \beta\left(x_1^{'} - vt_1\right) \\ y_2^{'} = y_1^{'} \\ z_2^{'} = z_1^{'} \end{cases} \qquad (4.6)$$

和 $$\begin{cases} x_1^{'} = \beta(x_2^{'} + vt_2) \\ y_1^{'} = y_2^{'} \\ z_1^{'} = z_2^{'} \end{cases} \qquad (4.7)$$

把（4.6）中的第一式代入（4.7）中的第一式，可得：$t_2 = \dfrac{1}{v\beta}\left(x_1^{'} - \beta^2 x_1^{'} + \beta^2 vt_1\right) = \beta\left(t_1 - \dfrac{x_1^{'}\left(\beta^2 - 1\right)}{v\beta^2}\right)$，将 $\beta^2 = \dfrac{c^2}{c^2 - v^2}$ 代入，得：

$$t_2 = \beta\left(t_1 - \frac{vx_1^{'}}{c^2}\right) \qquad (4.8)$$

如果特殊流体的声速就是光速，那么，形式上，（4.6）和（4.8）二式合起来就是洛伦兹变换！

上述洛伦兹变换的流体力学导出，作者曾以“月弓”为笔名发表在《潜科学》杂志 1989 年第 4 期上[8]，同期，廖铭声先生也发表了一篇关于流体力学与相对论密切相关的论文[9]。现在，已经有越来越多的学者,如杨新铁、刘卫平等认识到了流体力学与相对论之间的内在联系，取得了许多研究成果[10.11]。

以上的推导过程中的特殊流体，在真空里无限分布，而且其中的声速就是真空中的光速，所以它不可能是一般的实物流体，只能是宏观以太，而且，超流动性的以太完全

可以满足（4.2）式的要求。这就从另一个角度印证了作为光的传播媒介的以太的存在。

同一种物质，宏观地看和微观地看，形象会有巨大的差异。比如，对于水，如果我们只从微观的角度去研究它，就只能发现它由一个个分子组成，每个水分子都在进行着杂乱无章的运动，很难发现它们作为一种连续性流体的最基本的性质。人们把以太看成是量子场的基态，这是从微观角度来说的。在微观世界，以太不但与引力场有关，而且还受到电磁场、色场等的强烈牵连，因此，以太的形象显得相当复杂。洛伦兹变换的流体力学导出清晰地表明，宏观物理真空是一种连续性流体，这为研究以太开辟了新的视野，而且，在宏观世界，以太主要与引力场相关，这更能显示以太的真相。

4.2、两种描述之间的对应关系

洛伦兹变换的流体力学导，是把绝对时空观中的可压缩性以太转化为相对论时空观中的不可压缩以太的过程。在这里，绝对时空观是基本的，第一性的；相对论时空观是在绝对时空观的基础上，通过一个流体力学的代换后得到的，是第二性的。为方便起见，我们已经把以牛顿时空观为基础的描述称之为绝对描述，它用一个统一的时空标准去衡量世界；以测量数据为基础的描述称作定量描述，它用可变的时空标准衡量世界；而由这两种描述之间的差异造成的效应，称为定量效应。这两种描述之间存在着错位，那是很显然的，但它们之间也会有一定的对应关系。

以太遍布宇宙，它应满足连续性方程：$\frac{\partial\rho}{\partial t}+div\rho\vec{u}=0$，使该方程对洛伦兹变换协变，可得一组变换式:

$$\begin{cases} \rho' = \beta\rho\left(1-\frac{vu_x}{c^2}\right) \\ \rho' u_x' = \beta\left(\rho u_x - v\rho\right) \\ \rho' u_y' = \rho u_y \\ \rho' u_z' = \rho u_z \end{cases} \qquad (4.9)$$

在（4.9）中，若把密度ρ换成质量 m，就同相对论中的质量、动量变换式完全一致了。可见，以太密度与质量有着某种对应关系。因为质量是实物的属性，无空间广延性，再考虑到质量与万有引力场之间的联系，以太、引力场、实物三者之间的内在联系就显现出来了：在宇宙的统一的以太海洋里，以太密度的分布与实物密切相关——实物是以太密度波包的核心，实物的质心就是以太密度的极大值点。在这里，定量描述的概念与绝对描述的概念之间的对应关系是：引力势的绝对值对应以太密度；引力场强度对应以太密度梯度；质量对应实物的以太波包的密度的变化量（相对于平均值，它与以太波包

的密度极大值相关，)。声学中，密度的变化量 ρ 和压力的变化量 P 之间的关系是：$P=\rho c^2$ (c 是声速)。由于以太的声速就是光速，那么，根据质能关系 $E=mc^2$，能量对应以太波包的压力的变化量。

实物是以太包的核心，这意味着，以太密度的平滑分布（无极大值点）表示“无”，即真空，以太密度的起伏分布（有极大值点）表示“有”，有实物。任何一个实物都会有自己的万有引力以太波包。实物运动时，它本身在实实在在地运动，但它周围的以太只是在波动，即以太本身不作宏观的移动；因此，实物的相对运动，例如地球相对于太阳的运动，不会产生所谓的“以太风”，迈克尔逊-莫雷实验的否定结果是很自然的。实际上，即使地球表面存在以太风，迈克尔逊-莫雷实验仍然会是否定的结果，刘卫平等人已通过数值模拟实验和实际声干涉实验证明：可压缩流动具有回路声干涉条纹不随风速变化而变化的效应[11]。

古人云：以太其大无边；其小无内。因为以太充斥宇宙，所以“其大无边”；由于无论以太密度是疏还是密，在定量上，以太质点的间距是不变的，是最基本的长度单位，以太质点本身的大小就难以确定，这是对“其小无内”的一个注释。实际上，定量上以太质点间距的固定不变，也是量子性的起源，这将在后面显示。

实物运动时，虽然它周围的以太只是在波动，但由于以太的密度中心在随着实物移动，因此，从效果上说，直线运动的实物部分地带动了以太；对于轴对称转动的物体来说，它的转动不改变周围以太密度的分布，因此，从效果上看，它不带动以太。另外，当二个实物作相对运动时，如果实物之间不发生碰撞，伴随它们的二个以太波包之间的相互穿插，不会影响他们之间的速度关系，（4.2）式就能成立；洛伦兹变换的流体力学导出就完全可以进行。

由于以太的可压缩性，运动物体质量（能量）的增加，可看成是其以太波包的密度（压力）的变化量比静止时有所增加的缘故。这就是说，狭义相对论的质速关系 $m=\dfrac{m_0}{\sqrt{1-u^2/c^2}}$，可以看成是以太流体的密度（压力）的变化量与速度之间的关系：

$$\rho=\frac{\rho_0}{\sqrt{1-u^2/c^2}} \qquad (4.10)$$

（ρ 是相对运动的以太包的密度的变化量，ρ_0 是相对静止的以太包的密度的变化量）和

$$p = \frac{p_0}{\sqrt{1-u^2/c^2}} \qquad (4.11)$$

（p 是相对运动的以太包的压力的变化量，p_0 是相对静止的以太包的压力的变化量）

不过，请注意，这里的以太压力的增加，并不意味着存在一般的力学效应，它对应的只是能量的变化。另外，这里也意味着，运动不完全是相对的，而是与物体所在处的以太场有关，这将在后面进一步说明。

时间和长度是最最基本的物理量，时空观的不同必然引起其他物理量的变化。经典物理学中的物质只是实物，与真空无关；相对论中的物质，与真空有关，质量（或能量）会随着运动速度和外界引力势而变化，它对应实物的以太密度的变化量，即质量是以太密度分布不均匀的产物，或者说，惯性起源于以太密度的变化。以往，人们认为质量代表了物质的多少，其实，它只是代表了实物的多少。实物是有质量的物质；而以太是无所谓质量的物质。实物运动时，它周围的以太分布将随之变化。显然，以太不能作为"绝对参照系"。

下表是对两种描述之间的对应关系的一个综合。

绝对描述和定量描述之间的对应关系表

绝对描述	定量描述
以太可压缩	以太（四维时空连续体）不可压缩
以太密度	引力势的绝对值
以太密度场	引力场
以太密度梯度	引力场强度
以太波包的密度增加量（相对于平均值）	质量
以太波包的压力增加量（相对于平均值）	能量
以太密度均匀分布（无实物）	平直时空
以太密度不均匀分布（有实物）	弯曲时空
以太密度变化率	时空曲率
时空标准不变	时空标准可变
以太密度的增加	空间收缩，时间膨胀

光速会随着以太密度变化	光速恒定
光线向以太密度增加的方向弯曲	光沿短程线传播
每一个实物都有以它自己为核心的以太密度波包，它们的叠加构成了宇宙	实物的存在使时空弯曲，宇宙有限而无界

绝对描述与定量描述，由于所持的时空观不同，对同一事物就会有不同的反映。对于这二种不同描述之间的“错位”，应该准确地把握。绝对描述的图象是比较直观的，它反映了事物的本来面貌，但不一定能完全符合定量关系；定量描述能比较正确地符合实际的量方面的关系，但它往往扭曲了事物的本来面貌；要全面地了解事物的真相，应该将二种描述有机地结合起来，它们是相辅相成的。

绝对描述和定量描述之间存在着错位，这解答了以太论中的一个困惑：菲涅尔等直观的以太力学模型（绝对描述），总无法完全符合定量关系；而洛伦兹的满足定量关系的以太模型又失去了直观的力学性质。现在正在探索中的种种真空理论也将遇到类似的情况。在这里，我们应该正确地把握绝对描述和定量描述之间的关系。

4.3、相对论的物理机制

相对论性现象由现实的时空测量标准的可变性造成。那么，现实的时空标准为什么会变呢？由上可知，那是由于以太密度会变。因此，我们可进一步把时空标准的变化归结为以太密度变化效应：以太密度较大的地方，量杆较短，时钟也走得较慢。由此可知，狭义相对论的运动学效应是由以太可压缩性造成的——实物在以太中运动时，它自身的可压缩的以太波包的密度提高了，因此其中的量杆收缩了，时钟变慢了；广义相对论的引力效应是由于引力势对应以太密度，引力势绝对值较大的地方，以太密度较大，于是量杆较短，时钟较慢。更进一步，按照流体力学的方法，将以太流体看成由无数的“以太质点”构成，那么，情况是这样的：现实的长度和时间的标准由实质性描述中的以太密度决定——单位长度同以太质点的间距成正比；单位时间同光通过以太质点间距的时间间隔成正比。用这样的长度和时间的标准来衡量以太，定量描述的以太就成了处处均匀，各向一致的“四维时空连续体”，光在这均匀的媒介里，速度当然恒定了。同时，由于长度和时间的标准都与以太质点间距有关，于是，相对论性的空间和时间就纠缠在一起了。

洛伦兹等认为，运动物体的洛伦兹收缩，是在以太的作用下，物体本身的收缩，这把运动物体的长度收缩绝对化了，是不确切的。实际上，洛伦兹变换所反映的长度收缩、时间变慢都只是真空效应，即以太密度的变化效应。目前，最精确的时空衡量工具是光，

在绝对描述中，光在不均匀的以太中传播时，它的速度会有变化，而这在定量描述中，相应的情况是：光速不变，光的波长、频率变了，从而，长度标准和时间标准都变了，即绝对描述中光速比较慢的地方，定量描述的长度标准缩短了，时间标准变长了。

下面，我们用一维以太分布线来作进一步的说明。

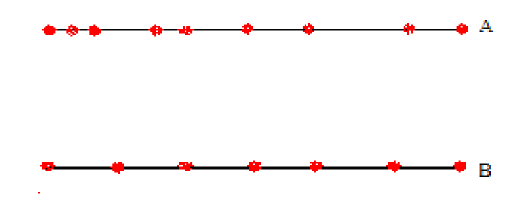


图 4.1 绝对时空观中的一维以太分布线

如图 4.1 所示，在绝对时空观里，时空是平直的，以太是可压缩的，所以，在其一维直线上，以太的分布可以是均匀的，也可以是不均匀的。我们以红点代表以太质点，直线 A 上的以太分布是不均匀的，直线 B 上的以太分布是均匀的。

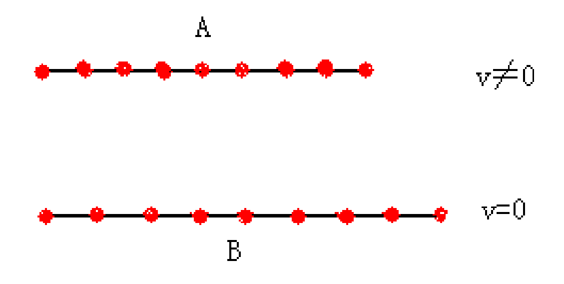


图 4.2 狭义相对论时空中的一维以太分布线

狭义相对论认为，任何相对运动都会引起相对论性效应，这其实并不一定。比如，由地球自转引起的恒星绕地球转，这不会引起相对论性效应，否则，离地球 1 光年远的天体，它们绕地球转的速度已大大超过光速。狭义相对论讨论的是关于以太密度分布均匀时，即没有引力场时的情况。它忽视了以太这个基础，于是，产生了一些难以破解的佯谬。实际上，狭义相对论把以太当作了一种“时空物质”，它所谓的时空均匀性，就是定量上以太分布的均匀性。因此，对于狭义相对论来说，从任何一个惯性参照系看来，以太密度的分布都是处处均匀，各向一致的。如果 A、B 二人以速度 v 相对运动，那么，A 认为自己是静止的，周围的以太密度处处为 a；B 是在这种环境中运动着的；而 B 认为自己是静止的，周围的以太密度处处为 b；A 是在这种环境下运动着的。然而，由于以太的可压缩性，物体的运动速度不同，其自身的以太密度也将有所不同，即由于存在运动

学效应，a≠b，即 A 与 B 不平权，这是产生佯缪的根本原因。图 4.2 所示的，是观察者在 B 上，因此认为，B 不动，A 动时的一维以太分布线。

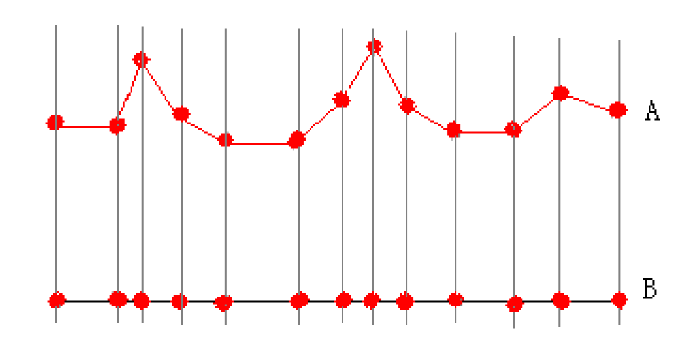


图 4.3 广义相对论时空中的一维以太分布线及其与绝对时空中的一维以太分布线的对比

广义相对论研究的是存在加速度或引力场时的时空情况，这在绝对时空观看来，其中的以太密度的分布是不均匀的，但在广义相对论看来，其中光速不变原理仍然成立，因此，以太密度的分布也是均匀的，只是由均匀分布的以太构成的四维时空连续体变得“弯曲”了。其中所谓的“时空曲率”，其实只是时空标准的变化率——甲、乙两地的标准的钟和标准的量尺，如果它们的快慢和长度不一样，那么，广义相对论就认为这两地的时空曲率不相同。于是，出现了这样的情况：在广义相对论时空中的一维以太分布线上，相邻二以太质点的间距都相同，但这条一维以太分布线弯曲了。如图 4.3 所示，同一条一维以太分布线，在绝对时空观看来，它是一条直线 B，而在广义相对论的时空观里，它成了一条曲线 A，A、B 两条一维以太分布线上的以太质点是一一对应的，图上以竖线连接。可以发现，以太密度越大的地方，相邻的两个以太质点连线的斜率的绝对值越大，斜率的正、负根据以太密度是增加还是减少来确定。广义相对论时空中的一维以太分布线是曲线，这就是所谓的广义相对论时空弯曲了。真正的时空不会弯曲，这种所谓的弯曲，其实只是对以太不均匀分布的一种数学描述。

总的说来，时空观可以分为二大类型：一类是科学抽象性的时空观，它同具体的物质没有实质性的联系，那就是绝对时空观，这是真正意义上的时空观。另一类是物质依托性的时空观，它通过测量方式同一定的物质世界相关联。比如，古人将太阳起、落的方向定为东、西，人站立的垂直方向为上、下，太阳二次升起的间隔为一天等等，这是人们根据地面上的观察而得到的一种时空观，可称之为“地面性时空观”；而相对论时空观由以太造就，是一种“以太性时空观”。这类时空观同实物性的衡量工具相联系，可以

建立数学模型，进行具体的定量描述和检验，但具有一定的局限性。比如，地面性时空观只在特定的地面上有效，即使在同一个地球上，不同的地面，其上下的方向，一天的时间长短等都各不相同。这与相对论中，运动速度或引力势不同的地方，时空标准不同，在性质上是类似的。

绝对时空观比物质依托性的时空观更基本，更抽象，它能说明物质依托性时空观的物理机制，并指出它们的局限性。

4.4 相对论的局限性和近似性

根据相对论性现象是由以太密度变化引起的，可以把相对运动分为形式上的运动和实质性的运动二种类型：运动物体自身的以太波包密度不发生变化的运动，是形式上的运动，只会产生观察效应，相对论公式无效；运动物体自身的以太波包密度会发生变化的运动，是实质性的运动，会产生实实在在的效应，相对论公式有效。由地球自转引起的恒星绕地球转，因为地球的以太波包与遥远恒星的以太波包之间，基本上互不影响，这只是观察效应，是形式上的运动，相对论公式无效。当然，纯粹的实质性的运动或纯粹的形式上的运动是不存在的，相对运动的双方，有可能一方是实质性运动为主；而另一方是形式上的运动为主。比如，粒子在地球以太场里的运动，基本上是实质性的运动；而地球相对于该粒子的运动是形式上的运动为主，因为，从整体上说，地球的以太波包不会受到某一粒子运动的影响；地球和太阳之间的相对运动，比较起来，地球绕日运动是实质性的运动，而太阳绕地运动是形式上的运动，所以，日心说要比地心说伟大。可见，运动的相对性在形式上总是成立的，但相对运动的双方在实质上不一定平权。

实物运动时，它周围的以太分布将随之变化，因此，以太不能成为“绝对参照系”。由于实质性的运动学效应是以太的可压缩性造成的，这是外界的以太场对运动物体自身的以太波包的作用的结果，因此，描述物体的运动时，应该以物体所在处的外界基本以太场作为参照物。研究银河系内天体的运动时，所有河外星系的以太波包之和，可看成是种均匀的宇宙背景场，而应该以银河系的以太波包作为参照物；研究太阳系内行星的运动时，因为银河系的以太波包对各行星的作用几乎相等（各行星与银心之间的距离几乎一样），成了均匀的宇宙背景场的一部分，所以，应该以太阳系的以太波包作为参照物；在地面上，太阳系的以太波包也成了均匀的宇宙背景场的一部分，应该以地球的以太波包作参照物。1971 年 Hafele 和 Keating 进行的铯原子钟环球飞行实验[12.13]的结果证明了这一点。该实验显示，向东环球飞行后，飞行钟比地面钟平均慢了 59×10^{-9} 秒；向西环

球飞行后，飞行钟比地面钟平均快了273×10^{-9}秒。显然，这实验的结果与相对论的“动钟必慢”的观点大不吻合，因为，相对于地面来说，向东环球飞行和向西环球飞行一样都是在运动。在这里必须取地心坐标系，这样才能以相对论的公式来计算，并获得与实验基本相同的结果[14]。这里的地心坐标系，实际上就是把地球的引力场以太波包作为参照物的坐标系。以往，有关相对论的实验，大多是在地面上进行的，一般是把地球的引力场以太作为参照物，因此，大多能符合相对论公式，加上光速的巨大，误差不易觉察，从而难以发现相对论的不足。

如果有一个带电体静止在地面上，它不会产生磁场，这早已经被实验证实。如果它在地面上运动，那么，根据相对性原理，在地面参照系看来，它会产生磁场，而在与这个带电体相对静止的参照系看来，它不会产生磁场。情况是否真的如此呢？带着这个问题，上海市东方电磁波研究所的朱永强、季灏和郝建宇研制了一个新的能测定一个弱磁场（10^{-7}G）的仪器“电容和感应线圈相互正交的联合体,”，并用它于 2007 年 10 月进行了一次“带电体运动产生磁场的跟踪观察实验”，结果发现，当运动方向平行于电容板方向时，仪器感受到了和仪器一起运动的带电体即平板电容器所产生的弱磁场，这就是说在地球上带电体运动产生磁场的“运动”，必须以地球为参考系。他们还认为：地球是一个实验参考系统，但是它的成立仅仅是在地球相邻区域。在宇宙中不同的区域有无数的不同的实验参考系统，例如，在月球上应该取月球为实验参考系统，而在太阳上必须以太阳为实验参考系统[15]。这与本文的观点一致。

关于相对论的局限性，有人认为：由宇宙微波辐射各向异性所显示的“新的以太漂移”，即地球相对于宇宙微波辐射的运动速度约为 390 公里/秒[16]，清楚地证明了绝对运动的存在，这表明绝对坐标系将会以某种新的形式重返物理学。这种看法是值得商榷的。局部的绝对运动是存在的，但总会有一定的范围。如上所述，在地面上，相对于地球的运动是绝对运动；在太阳系里，相对于太阳的运动是绝对运动；在银河系中，相对于银心的运动是绝对运动。那么，宇宙微波辐射各向异性所显示的绝对运动对应什么范围呢？可能是本星系群，因为，太阳系绕银心的速度是 220 公里/秒，银河系绕本超星系团的速度是 600 公里/秒，而宇宙微波辐射各向异性所显示的地球运动速度是 390 公里/秒。宇宙微波辐射也是以太的波动，由此，我们来分析一下以太密度，即引力势的分布：把天体的质量看成集中在质心上，天体产生的引力势的数量级为 GM/r（G 是万有引力常数，M 为天体质量，r 是离开天体质心的距离），那么，通过简单的计算，可以发现：在地面

的某固定点上，地球的引力势<太阳的引力势<银河系的引力势。从理论上说，天体的等级越大，其引力势也就越大。但宇宙微波辐射各向异性所显示的绝对运动意味着引力势将在本星系群达到一个极大值。即在地面上，本超星系团的引力势将小于本星系群。

另外，相对论带有一定的近似性。已往，在推导洛伦兹变换时，都有意或无意地运用了宇宙学原理，即宇宙空间是均匀和各向同性的。这一原理保证了洛伦兹变换是线性的[15]，但也导致了后者的近似性。因为，在相对论中，时空与物质密切相关，宇宙学原理只能是一种大范围的统计性的近似，由此推导出来的洛伦兹变换式也只能是近似的。其实，本文的洛伦兹变换的流体力学的导出过程，也反映了相对论公式的近似性。因为，（1.2）式是经过了线性化处理的，线性化就意味着是有条件的，近似的，它只有当以太处于完全超流动性时才成立。超流体都有一定的“临界速度”、“临界密度”和“临界压力”等等，以太密度会随着物体的运动速度而提高，达到一定程度时，以太将失去超流动性，相对论公式就将不再有效。实际上，爱因斯坦自己也说过：“对于很大的场的密度和物质的密度，场方程以及这些方程中的场变量，都不会有真实意义……总之，需要认清方程不得推广到这样的区域去。”[17]

上海市东方电磁波研究所季灏老师，在 2006-2009 年期间，发表了一系列与相对论有关的实验报告[18-21]，被称为“季灏实验”，其实验数据介于经典和相对论的理论值之间，但趋势上更接近于经典理论，这很发人深思。

4.5、关于突破光障

2011 年 9 月 22 日，著名的英国《自然》杂志网站报道了意大利格兰萨索国家实验室的 OPERA 研究团队探测到 μ 中微子超光速现象。报道说，一个重达 1800 吨的探测器安放在 1400 米的地下深处，探测来自欧洲核子研究中心的 μ 中微子。在这段长达 730 千米的粒子通道上，利用全球定位系统（GPS）对两地时间进行校准，研究人员发现中微子“跑”过这段距离的速度比光速快了 60 纳秒。这是 OPERA 研究团队对长达三年的实验研究成果的一个总结，在这期间，他们共进行了一万六千次中微子发射试验，而每一次的结果都指向同一事实：这些中微子就是要比光速快。实际上，在这之前，已经有许多关于超光速的理论研究、观察和实验的成果出现，比如，类星体的超光速膨胀，量子隧道效应中的超光速效应等等[22-25]。

根据我们的以太观，可以将超光速与超声速作个类比。大家知道，物体在空气中运动时，会使前进路上的空气受到压缩而产生阻力。当物体的运动速度接近声速时，它前方（运动方向上）的空气密度及其对物体的压力极大提高，从而形成了声障。同样，一

个物体在真空中运动时，随着运动速度的提高，它的质量和能量，即它自身以太波包的密度和压力随之增加，当速度接近光速时，这以太的密度和压力将趋向无穷大而成为“光障”。

人类早就征服了声障。这一般是将运动物体（如飞机等）的前部尖锐化，让它不断地推开迎面而来的空气，使之不能形成声障而超过声速。另外，小体积的东西，比如说，线度小于空气分子间隙的东西，它能很容易地推开碰到的空气分子而达到超声速。实际上，微观粒子大多数都在进行超声速运动。这可供我们理解超光速的参考。

我们可以将中微子的超光速比作小体积东西的超声速。根据相对论公式，任何有静止质量的东西，无论它的静止质量是多么的小，当它的速度接近光速时，它的总质量也会趋向无穷大。因此，如果中微子的质量为零，那么，它的超光速就不足为奇。另外，上面指出：以太密度会随着物体的运动速度而提高，达到一定程度时，以太将失去超流动性，相对论公式就将不再有效，即相对论的质-速关系有一定的适用范围，当实物的速度达到光速时不能成立。所以，如果中微子有质量，它也可以超光速。关于中微子的质量问题，后面 7.4 节中将有进一步的探讨。

根据以上的类比，一般有静止质量的物体，伴随着一个以太的密度波包，当它的速度接近光速时，会形成光障。如果我们想要超光速，就必须搅动以太，使其不凝结成光障。然而，以太是完全超流动性的，用一般的方法难以搅动以太。但办法总会有的。后面我们将指出，电磁场中的以太被电磁激发了，而以太的电磁激发，好比超流动性的液体分子的热激发，这会使流体具有一定的粘滞性，这就是说，让以太电磁化，使它具有粘滞性，就有可能搅动以太。因此，特殊的电磁装置，比如说超高速旋转的电磁场，有可能激发并驱动以太，为超光速开路。

我们相信，随着科学技术的发展，人类总有一天会突破光障。

现在，有人认为超光速是不可能的，他们的一个理由是：超光速将破坏洛伦兹对称性。洛伦兹对称性就是相对论的时空对称性，这是一种数学模型，它的物理诠释就是定量描述中的以太分布是处处均匀，各向一致的。这是相对论以光作为时空的衡量工具而描绘出来的结果。当物体的运动速度达到或超过光速时，相对论的时空衡量工具鞭长莫及，失效了。用洛伦兹对称性否定超光速，是用一种数学模型去否定它适用范围外的一种物理实在，是站不住脚的。

上海交通大学的杨文熊教授提出：可以用罗朗级数来统一地描述亚光速和超光速，罗朗级数的正幂次展开描述亚光速；罗朗级数的负幂次展开描述超光速，而且，超光速

粒子的质量仍然为正[26]，这是人们真正所向往的超光速。

参考文献

[1]. Larmor, J. Aether and Matter, Cambridge University Press(1900).

[2]. Lorentz, H. A. Simplified Theory of Electrical and Optical Phenomena in Moving Systems, Proceedings of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences **1**: 427–442(1899).

[3]. Lorentz, H. A. Electromagnetic phenomena in a system moving with any velocity smaller than that of light, Proceedings of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences **6**: 809–831(1904).

[4]. Poincaré, H. On the Dynamics of the Electron, Comptes Rendus **140**: 1504–1508(1905).

[5]. Poincaré, H. On the Dynamics of the Electron, Rendiconti del Circolo matematico di Palermo **21**: 129–176(1906).

[6]. Einstein, A. On The Elecirodynamics of Moving Bodies, Annalen der Physik **17**: 891-921(1905).

[7]. Fung, Y. C. A First Course in Continuum Mechanics, Beijing, Tsinghua University Press, pp. 257-259(2005).

[8]. 月弓，区间场以太观，潜科学，1989 年第 4 期，pp39-40

[9]. 廖铭声，流体力学相对论的创立，潜科学，1989 年第 4 期，pp33-38

[10]. 杨新铁. 可压缩流体的协变不变原理和广义相对论线元[J] ,北京广播学院学报, 2003, 11 (增刊)

[11]. 刘卫平，苏本庆，席德科，杨新铁，可压缩流动声干涉现象也具有迈克尔逊-莫雷效应，机械科学与技术，第 26 卷第 9 期，PP1144-1146。

[12]. C.Hafele, R.Keating, Around-the-World Atomic Clocks : Predicted Relativistic Time Gains[J], Science, 1972, 177: 166-167

[13]. C.Hafele, R.Keating, Around-the-World Atomic Clocks : Observed Relativistic Time Gains[J], Science, 1972, 177: 168-170。

[14]、张元仲，狭义相对论实验基础，北京，科学出版社，1979，P61-65。

[15]、朱永强、季灏、郝建宇，带电体运动产生磁场的跟踪观察，前沿科学 2009 年第 1 期。

Zhu Yong-Qiang, Ji Hao, Hao Jian-Yu, If there is a magnetic field when the charged body moves and the investigation is followed to the charged body, Frontier Science, No.1 2009

[16]. G F Smoot, C L Bennett, A Kogut, et al, Structure in the COBE differential microwave radiometer first - year maps[J]. Astrophys. J.,1992, 396: L1-L5.

[17]、R. Resnick, Basic Concepts in Relativity and Early Quantum Theory, New York 1972.

[18]、爱因斯坦，相对论的意义，北京，科学出版社，1966，pp.84-85。

[19] 季灏.电子洛仑兹力和能量测量实验.中国工程科学:2006（10）

[20] 季灏.量热学法测量质速关系实验.中国科技成果.2009（1）

[21] 季灏.不同能量的电子在均匀磁场中运动规律的实验.中国科技纵横.2009（6）

[22] 季灏.不同能量的电子在均匀电场中受力实验的研究.中国科技纵横.2009（6）

[23]. Cao. S, Theory of Relativity and Superluminal Speed IV, The Catastrophe of the Schwarzschild Field and Superluminal expansion of Extragalactic Radio Sources[J], Astrophys. And Space Scie., 1992,193;123-140.

[24]. Enders. A, Nimtz. G, On Superluminal BarrierTraversal[J],Phys. 1 France, 1992,(2): 1693-1698.

[25]. Nimtz. G, Heitmann W. Superluminal Photonic Tunneling and Quantum Electronic[J], Prog Quant Electr, 1997, 21 (2): 81-108。

[26]、杨文熊，现代牛顿力学，上海交通大学出版社，2011

第五章 相对论的定量效应

时间和空间是物理学中最基本的物理量。绝对时空观是用理想的，绝对不变的标准来衡量时空的；而相对论是用现实的，可变的标准来衡量时空的，因此，相对论中的时间、空间观念不等同于牛顿的时间、空间；而且，这也必然使相对论性的质量、能量、动量等等不同于经典的质量、能量、动量观念。但洛伦兹变换的流体力学导出显示，绝对描述与绝对描述之间会存在一定的关系。

实际上，相对论离不开牛顿时空观。因为，它要说明时空标准如何变化，必须借助于相对不变的量，也就是绝对描述的量。根据 3.2 节对绝对时空的理解，相对论中的固有量其实就是特定的绝对描述的量。

5.1、相对论的定量效应方程组

牛顿时空观和相对论时空观有着本质上的区别。它们都认为任何惯性参照系相互等价，但绝对时空观认为，任何惯性参照系上的时空标准都是一致的；而相对论时空观显示，不同惯性参照系上的时空标准不相同。

狭义相对论指出，在某一惯性参照系中，单位时间 dt 和单位长度 dr 与速度 u 之间的关系由公式（3.3）、（3.4）表示，为：

$$dr = \sqrt{1-u^2/c^2}\,dr_0 \qquad (5.1)$$

$$dt = \frac{dt_0}{\sqrt{1-u^2/c^2}} \qquad (5.2)$$

dt_0和dr_0 为相对于该惯性参照系静止的单位固有时间和单位固有长度，它们不随速度变化，其实就是这一惯性参照系中的绝对描述的单位时间和单位长度。因此，（5.1）、（5.2）就是在这一惯性参照系里，定量描述的时空标准与绝对描述的时空标准之间的关系，是狭义相对论对绝对时空观进行定量修正的“定量效应方程组”。

同样，广义相对论认为，单位时间和单位长度会随着引力势而变化。这里，通过等效原理和能量守恒来导出一个相当简洁的表达式：设在一个孤立的星球引力场中，一物体从无限远处向这星球自由降落，初速为 0，在离星球 r 远处时，速度达到 u ，当地的引力势是 φ（以无限远处为零点），那么：

$$\frac{1}{2}mu^2 + m\varphi = 0\text{，即}\varphi = -\frac{1}{2}u^2 \qquad (5.3)$$

把(5.3)代入（5.1）和（5.2），得：

$$dt = \frac{dt_0}{\sqrt{1+2\varphi/c^2}} \qquad (5.4)$$

$$dr = \sqrt{1+2\varphi/c^2}\,dr_0 \qquad (5.5)$$

（5.4）、（5.5）与广义相对论中的史瓦西（Schwarzschild）解的结果完全一致[1]，其中的 dt_0、dr_0，是指远离引力场的参照系上的单位时间、单位长度，它们不随引力势变化，也就是绝对时空观中的单位时间、单位长度。于是，（5.4）、（5.5）就是在引力场里，定量描述的时空标准与绝对描述的时空标准之间的关系，是广义相对论对绝对时空观进行定量修正的“定量效应方程组”。

5.2、定量效应方程组的应用

相对论定量效应是由现实的时空标准的可变性造成的。它象个“魔术师”，可以把本质上（即在绝对时空观中）可变的描述成定量上不变的；把本质上不变的描述成定量上可变的；下面是二个例子。

5.2.1、雷达回波延迟

关于雷达回波延迟[2][3]，“引力与时空”一书有较全面的分析和解答[4]，它指出，延迟的原因是：光线在引力场中的偏折和光速减慢。其中，由光线偏折造成的路程增加极小，是一个可以忽略的二阶修正；因此，雷达回波延迟的主要的原因是：用远离引力场的时空标准来衡量，引力场中的光速变慢了。这也就是说，在绝对时空观看来，引力场使光速变慢了。该书运用线性化近似的引力场方程，经过好几个步骤，求得引力场中的光速为：

$$c_0 = 1 - \frac{2GM}{c^2 r} \qquad (5.6)$$

其中，取 $c=1$；G 是引力恒量；M 是天体的质量；r 是离该天体质心的距离。

其实，这可以用（5.4）和（5.5）简捷地来求：定量描述的速度单位（dr/dt）的和绝对描述的速度单位（dr_0/dt_0）之间的关系是：

$$dr/dt = \frac{\sqrt{1+2\varphi/c^2}\,dr_0}{dt_0/\sqrt{1+2\varphi/c^2}} = (1+2\varphi/c^2)dr_0/dt_0 \qquad (5.7)$$

设无引力场时光速为 c，绝对描述（即以 dr_0/dt_0 为速度单位）中的引力场里的光速是：

$$c_0 = (1+2\varphi/c^2)c = (1-\frac{2GM}{c^2 r})c \quad （单位 dr_0/dt_0） \qquad (5.8)$$

这与（5.6）式完全一致。可见用定量效应方程组来求引力场中的光速非常快捷有效。至于光的引力延迟时间，根据（5.8）式，运用微积分即可求出，下面就此作下介绍（在下面的计算中，为方便起见，取光速为 1，c 不代表光速，而是坐标值。）。

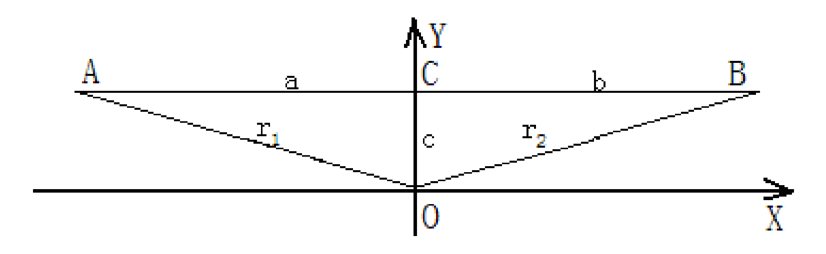


图 5.1 在太阳引力场中，地球（A）与行星（B）之间的光线路径示意图

如图 5.1，在太阳引力场中，从地球 A(-a,c)发出的光或雷达信号，沿着近似直线 ACB 到达目标行星 B(b,c)，其传播时间是：

$$\Delta t = \int_{-a}^{b} \frac{dx}{dx/dt} = \int_{-a}^{b} \frac{dx}{1-2GM/r} \approx \int_{-a}^{b} (1+\frac{2GM}{r})dx = \int_{-a}^{b} (1+\frac{2GM}{\sqrt{x^2+c^2}})dx$$

$$= b + a + 2GM \ln \frac{\sqrt{b^2+c^2}+b}{\sqrt{a^2+c^2}-a} \qquad (5.9)$$

（5.9）左边第三项代表单程引力延迟时间。当地球与目标行星处于太阳二边的相反位置（“上合”）时，引力延迟时间最大。这时，$\frac{c}{a},\frac{c}{b}$ 都很小，它们的平方项都可略去不计，于是，经过分母有理化，可得单程引力延迟时间近似地为：

$$\Delta t = 2GM \ln \frac{4ab}{c^2} \qquad (5.10)$$

（5.10）式中的时间 t 不是地球上的时间，地球上的时间近似地为固有时 t_0。根据（5.4），

$$\Delta t_0 = \sqrt{1+2\varphi/c^2}\,\Delta t \approx (1-\frac{GM}{r})\Delta t = 2GM(1-\frac{GM}{r})\ln \frac{4ab}{c^2} \qquad (5.11)$$

这方面的实验，不但通过水星、金星进行过，也通过水手号宇宙飞船和海盗号火星探测器等进行过，实验值与理论符合得很好。

请注意，引力场中的光速变慢的结论，是相对于不受引力场影响的长度和时间的标准来说的，是绝对描述。定量地说，光速不变原理在广义相对论中仍旧成立，因为引力

场中的长度和时间的标准会随着引力势变化，如果用每一点定量的时间和长度的标准去衡量经过该点的光速，那么，运用（5.7）式，把（5.8）式中绝对描述的速度单位 dr_0/dt_0，换成定量描述的速度单位 dr/dt，结果将恒为 c：

$$c_0 = (1+2\varphi/c^2)\ c/\left(1+2\varphi/c^2\right) = c \quad （单位\ dr/dt） \qquad （5.12）$$

于是，绝对描述上可变的光速被定量描述成了不变的。

绝对描述上的引力场中的光速变慢，导致了光的引力延迟。延迟的时间可观察，可计算，这一事实表明，绝对描述的确反映了事物的客观面貌。

5.2.2、光谱线的引力红移

在绝对时空观看来，真空中，光的固有频率 v_0 是不变的。但是，定量上，引力势不同的地方，时钟走的快慢不一样，这样，用两只快慢不一的钟去衡量同一束光的频率，就导致了定量上的光谱线的红移。

对同一束光，测量的时钟走得慢（标准长），光的频率就较高，即光的频率与当地定量描述的单位时间的大小成正比，所以，根据（5. 4），光子的频率

$$v = \frac{kv_0}{\sqrt{1+2\varphi/c^2}} = \frac{kv_0}{\sqrt{1-2GM/c^2r}} \approx k\left(1+\frac{GM}{c^2r}\right)v_0 \qquad （5. 13）$$

其中 k 为比例系数。

于是，当 1 个光子从引力势绝对值大的地方（时间标准较长）往引力势绝对值小（时间标准较短）的方向运动时，用经过处的当地时间标准来衡量，它的频率在降低，波长在增大，即光谱线在红移。对于同一个光子，若前后处于径向位置 r_1 和 r_2，那么，二者的频率之比是：

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{1-2GM/c^2r_2}}{\sqrt{1-2GM/c^2r_1}} \qquad （5. 14）$$

(5. 14)就是光在 Schwarzschild 几何中的引力红移公式[4]。这样，本质上不变的光的频率被定量地描述成了可变的。

5.3、效应能量分析法及其应用

5.2.1 和 5.2.2 节可看成是运用定量效应方程（5. 4）和（5. 5）来简捷地解答雷达回波延迟和光谱线的引力红移问题。下面，根据定量效应方程，进一步提出一个“效应能量分析法”，用它可简捷地解答行星的进动和光线的引力偏折问题等。

5.3.1、效应能量分析法

把（4.3）式代入狭义相对论的质速关系式可得：

$$m=\frac{m_0}{\sqrt{1+2\varphi/c^2}}\approx(1-\frac{\varphi}{c^2})m_0=\left(1+\frac{GM}{c^2r}\right)m_0 \qquad (5.15)$$

（4.15）式是质量-引力势关系式。质、能相当，可以把 2.17 式写成能量-引力势关系式：

$$E=\frac{E_0}{\sqrt{1+2\varphi/c^2}}\approx(1-\frac{\varphi}{c^2})E_0=\left(1+\frac{GM}{c^2r}\right)E_0 \qquad (5.16)$$

（5.15）和（5.16）式，也可看成是广义相对论的定量效应方程。（5.16）式显示，近似地说，引力场中的物体带有二种能量： “固有能量”E_0和“效应能量”$\frac{GM}{c^2r}E_0$。因此，我们可以把广义相对论性问题转化成经典问题：在牛顿时空观的基础上，把引力场中一个物体的运动，看成是固有能量的“固有运动”加上效应能量的“效应运动”。这效应运动将不改变固有运动的系统，而只是使固有运动系统作整体的变动。比如，行星的固有运动系统是椭圆，行星效应能量的存在，不改变这椭圆的形状，而是使这整个椭圆缓缓地旋转，即进动。一个物体的固有能量和效应能量之间的关系，不同于一般的总能量与分能量；二者之间的大小比例是一定的，而且相互之间不可转换；它们处于相同的引力作用下,是在这种情况下做功的能力，因此，这二种能量运动的位移（或角位移）之比，就等于这二种能量之比。这就称之为效应能量分析法，简述如下。

效应能量分析法：引力场中的一个物体的相对论性运动，可在绝对时空中分解成固有能量的固有运动和效应能量的效应运动； 效应运动一般不改变固有运动系统，而只改变整个固有运动系统的运动状态；效应运动的位移（或角位移）与固有运动的位移（或角位移）的比值等于这二种能量之比，约为$\frac{GM}{c^2r}$。

当然，效应能量分析法还只是一种假设，它是否成立，要看它能否与事实相符。下面，我们运用这一方法来计算行星的进动和光线的引力偏折问题，结果将与广义相对论一般方法导出的近似公式完全一致，但相当简捷，这从一个侧面反映了它的合理性和优越性。

5.3.2、行星进动

关于行星进动，上面已经指出，效应运动只与进动有关。在这里，效应能量表现为

额外的角向动能，它使行星在完成一个周期的椭圆运动时，矢径转过的角度不是2π，而是$2\pi+\alpha$，α即进动角。这种额外的角向动能与固有运动中的角向动能二者的作用，始终是同向、同步的，因此，这进动角可以这样简单地来求：计算进动的角向动能与固有运动的角向动能之间的比值，那么，运用效应能量分析法，当行星完成一个周期的椭圆运动时，它的进动的角位移就可以按比例求出。

我们先来求固有运动中的角向动能占总能量的比值。对圆形轨道，动能都是角向动能，其值是势能绝对值的$\frac{1}{2}$（∵引力加速度$a=\frac{v^2}{r}=\frac{GM}{r^2}$，∴$\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}m\frac{GM}{r}$），即角向动能是总能量的$\frac{1}{3}$。对于椭圆形轨道，动能中有一部分成了径向动能，这与角向运动无关。当行星处于远日点时，它的动能为$\frac{GMm}{2(a+c)}$（G是引力常量，M是太阳质量，m是行星质量，a是半长轴，c是半焦距），当行星处于近日点时，它的动能为$\frac{GMm}{2(a-c)}$，因此，行星椭圆运动的平均动能是$\frac{1}{4}GMm\left(\frac{1}{a-c}+\frac{1}{a+c}\right)=\frac{GMm}{2a\left(1-e^2\right)}$（$e$是偏心率）；而半径为$a$的圆周运动的动能是$\frac{GMm}{2a}$，可见，在长轴不变（即总能量不变）的情况下，角向动能是椭圆运动平均动能的（$1-e^2$）倍。因此，行星固有运动的角向动能约是$\frac{1-e^2}{3}E$（E是固有运动系统总能量）。

根据效应能量分析法,行星进动的角向动能是效应运动的能量，其值为$\frac{\varphi}{c^2}E$，它与固有运动的角向动能的比值是$\frac{3\varphi}{c^2\left(1-e^2\right)}$。所以，当椭圆运动的角向动能完成一个周期（$2\pi$）运动时，进动的角度按弧度计为：

$$\alpha=\frac{2\pi\times3\varphi}{c^2\left(1-e^2\right)}=\frac{6\pi\left(2\pi a/T\right)^2}{c^2\left(1-e^2\right)}=\frac{24\pi^3a^2}{\left(1-e^2\right)c^2T^2} \qquad (5.17)$$

式中 T 为行星运动一周的时间。

（5.17）式与广义相对论一般方法导出的公式完全一致[5]。

5.3.3、光的引力偏转

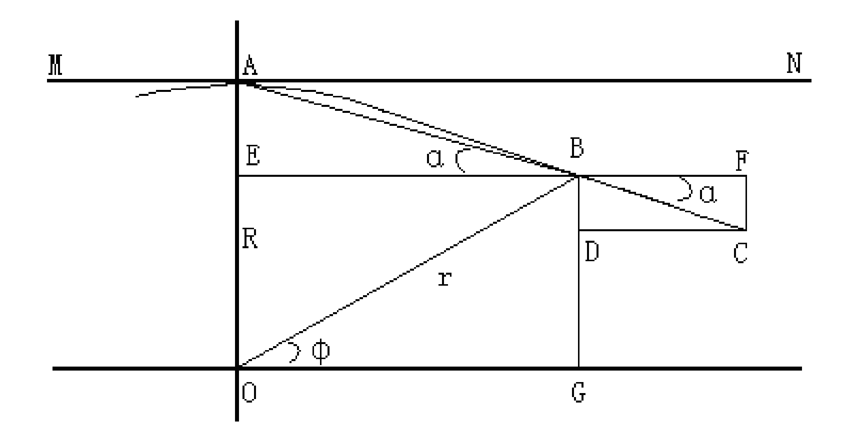


图 5.2 光的引力偏转计算示意图

如图 5.2，没有引力场时，光子沿水平直线 MAN 运动，当存在引力场时，光子就沿曲线 ABC（实际上这是一条与 MAN 偏角极小的近似直线）运动，O 是天体的质量中心，AO=R 是天体的半径， MN∥EF∥DC∥OG。

光子从 A 运动到曲线 ABC 上任意一点 B 处时，它的运动方向是 B 点处的切线 BC 方向，∠FBC=α 是光子从 A 点运动到 B 点时的累计偏转角。因为曲线 ABC 近似于一条直线，而且，光线的偏折主要发生在 A 点附近，所以，当 B 点离开 A 点相当远时，直线 AB 与 B 点处的切线和曲线 BC 就几乎在一条直线上，它们之间的交角与偏转角α比较起来可略去不计，于是，∠ABE=∠FBC=α，

$tg\alpha = \dfrac{AE}{BE} = \dfrac{R - r\sin\phi}{r\cos\phi}$，即$r\sin\phi = \dfrac{R}{1 + ctg\phi tg\alpha}$。因为光线的偏转角非常小，所以，当$\phi = \alpha$时，$\alpha$就足够精确地等于光从 A 点出发到穿越引力场后的总偏转角。这时，

$$r\sin\phi = \frac{R}{2} \qquad (5.18)$$

光子的固有运动系统是以恒定速度作直线运动；它的效应运动不改变固有运动的大小，只是使其直线系统缓缓倾斜，其效应运动的位移与固有运动的位移之比为 $\dfrac{GM}{c^2 r}$（M 是该天体的质量；r 为矢径长度，是个变量），这是一种瞬时值。我们要求的是 B 点处的累计偏转角α，为此，我们来考虑另外一种情况：设想同一质量的天体的质量中心在 G 点，BG 是其半径，光子在 B 处水平掠过，于是，BF 表示光的固有运动的瞬时水平位移，FC 表示效应运动的瞬时垂直位移，这时的瞬时偏转角就是α，也就是光从 A 点出发到达

B 点时的累计偏转角，这样，就可以直接运用效应能量分析法来计算：$\frac{FC}{BF}=\frac{GM}{c^2BG}$。结合（5.18）式，光从 A 点出发到穿越引力场后的总偏转角是：

$$\alpha \approx tg\alpha = \frac{FC}{BF} = \frac{GM}{c^2 r\sin\phi} = \frac{2GM}{c^2R} \qquad (5.19)$$

光子到达 A 点的前、后运动轨迹是对称的，所以，它在引力场中的总偏转角是$\frac{4GM}{c^2R}$，这也与一般方法导出的公式完全一致[6]。

真正的时空不会弯曲。广义相对论所谓的“弯曲时空”，是一种数学模型，这是把时空标准的变化率当作了“时空曲率”。

5.4、光速不变的条件

17 世纪前，人们以为光速无限大，伽利略首先对此提出了质疑；后来，天文学家利用木星卫星食和光行差等现象，在 18 世纪就确认了光速是有限的；20 世纪初，爱因斯坦把光速不变当作了一条重要的原理；而我们指出，光速不变只是一种定量效应，这是有条件的。

在相对论的原始论文“论动体的电动力学”里，爱因斯坦对光速不变原理是这样定义的：“任何光线在‘静止的’坐标系中都以确定的速度 V 运动着，不管这道光线是由静止的物体还是由运动的物体发射出来。”（“Any ray of light moves in the ``stationary'' system of co-ordinates with the determined velocity c, whether the ray be emitted by a stationary or by a moving body.”）可见，爱因斯坦明确表示，光速不变是对静止坐标系来说的。接着，他让二端为 A、B 的棒在静系里水平地以速度v运动，一束光在时刻t_A从 A 发出，于时刻t_B在 B 处被反射，并在时刻t'_A回到 A 点。在这里，时刻t_A、t_B、t'_A和运动着的棒的长度r_{AB}都是用静系中的工具测量的，那么：$t_B - t_A = \frac{r_{AB}}{c-v} and t'_A - t_B = \frac{r_{AB}}{c+v}$[7]。这里意味着这样的观点：设有二个参照物 A、B，它们以速度 V 相对运动，那么，按照爱因斯坦的观点，A 上的观察者认为光相对他的速度是c；B 上的观察者也认为光相对于他的速度是c；而 A 上的观察者认为光相对于 B 的速度是$c \pm v$，即与v同方向的光速是$c-v$；反方向的光速是$c+v$。这是因为，对于同一个相对静止的观察者来说，他用的是同一种时空标准，应该用伽利略变换。推广的萨涅克效应实验结果也显示了这一点。

1913 年法国科学家萨涅克（Georges Sagnac）做了一个实验，发现了一种新的物理

效应，这个效应现在以他的名字命名，称为萨涅克效应[8]：在一个以顺时针方向旋转的圆盘上的两束光，一束以顺时针方向走闭合回路，另一束以逆时针方向走闭合回路，它们会以不同的时间走完这二个形状完全相同的回路，前者会多花一些时间。两者的时间差一般以$\Delta t = 2A\Omega/c^2$ 表示，式中 A 是回路所包围的面积，Ω 是旋转角速度。

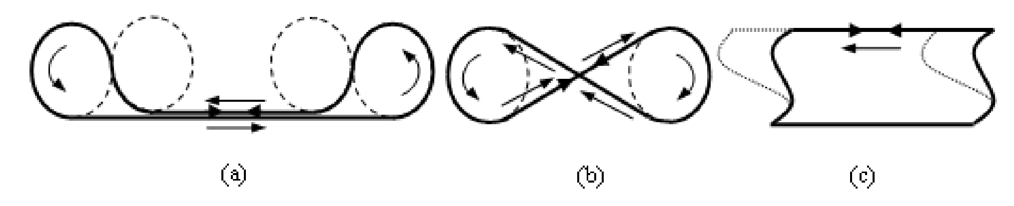


图 5.3 推广的萨涅克效应实验

最近几年，美籍科学家王汝涌教授等，在实验中，用光纤的“传送带”来替代旋转圆盘（如图 5.3），从而使光的传播媒介不但可以作匀速圆周运动，也可以部分地进行匀速直线运动如（a）、（b）；另外，他们还做了“剪切”平行四边形（c 上面动、下面不动）以及光纤线段朝向和运动方向成角度的实验。大量实验证明了，任一线段对回路中两个相反方向传播的光束的总的传播时间差都有贡献。对传播时间差的这一贡献正比于运动速度矢量V 和线段长度矢量 ΔL 的点积： $\Delta t = (2/c^2)V\cdot\Delta L$。这里运动无论是直线运动还是圆周运动都是如此，时间差也与光传导介质的折射率无关。这一结果把旋转运动的萨涅克效应作为一个特例包括进来，因此，他们称之为“推广的萨涅克效应”[9][10]。并且指出：推广的 萨涅克效应的本质並不是一般认为的转动和回路面积，而是线段的速度和长度。

在推广的萨涅克效应装置中，取一段长Δl，以速度v相对于实验室参考系作匀速直线运动的光缆，用相对于实验室参考系静止的时间和长度的标准来测量，按照爱因斯坦的观点，与 v 同方向的光速是 c-v，与 v 反方向的光速是 c+v。于是，二束反方向传播的光，通过这段光缆的时间差$\Delta t = \frac{\Delta l}{c-v} - \frac{\Delta l}{c+v} = \frac{2v\Delta l}{c^2 - v^2}$。由于光缆的运动速度远远小于光速，因此，$c^2 - v^2 \approx c^2$，$\Delta t \approx \frac{2v}{c^2}\Delta l$，这与实验公式一致。可见，推广的萨涅克效应支持了爱因斯坦对光速不变原理的表述。

人们所持的时空标准，会随着所到之处的环境而变化。在同一惯性参照系里，时空标准不变，伽利略同向速度相加关系是完全成立的；而相对论的同向速度相加定理其实是不同参照系之间的速度变换。比如，在上述例子中，一束光从 A 发出，射向 B，那么，

站在 A 上的观察者（他所持的是 A 上的时空标准）可以用伽利略速度相加关系计算：这束光相对于 A 的速度是 C，相对于 B 的速度是 C-V；如果要问在 B 上观察这束光的速度，即将观察者从 A 转移到 B，就要用相对论的同向速度相加公式了，计算的结果仍为 C。

综上所述，在牛顿时空观看来，光速是可变的，相对论的光速不变是由于现实的时空衡量标准发生变化而产生的一种定量效应。由于光速是一种不变的定义速度，在绝对描述中光速较慢的地方，现实的最精确的"光尺"收缩了；最精确的"光钟"变慢了，所以，直接测量到的光速总是不变的。这里的直接测量，指的是测量者、测量工具和测量地点处于同一点上的测量。如果不是直接测量，那么光速是可变的值。在推广的萨涅克效应中，用静系的时空衡量工具去测量动系中的光速，光速变了。因此，在现实中，广泛地存在着亚光速和超光速现象，它们不能被直接测量到，但可以用对比等方法间接地探测到。比如，光速在引力场中的变慢是一种间接测量的结果；在量子隧道效应中和类星体上存在超光速，是间接推测出来的结果。最近发现超光速中微子的实验，也是通过比较光和中微子通过相同路程所需的时间推测出来的。

参考文献

[1]、J. D. Walecka, Introduction to Modern Physics Theoretical Foundation, Lodon, Word Scientific PublisingCo, pp. 274-277（2008）。

[2]、I. I. Shapiro, et al, Phys. Rev. Lett. 20, 1265(1968).

[3]、J. D. Anderson, et al, Astrophys, 200, 221(1975).

[4]、H. C. 瓦尼安, .R. 鲁菲尼，引力与时空，北京，科学出版社，2006，pp.150-151，313。

H. C. Ohanian, R. Ruffini, Gravitation and Spacetime(in Chinese), Beijing Science Press, 2006, pp.150-151，313。

[5]、A.爱因斯坦，相对论的意义，北京，科学出版社，1961，P63。

A. Einstein, The Meaning of Relativity (in Chinese), Beijing, Science Press，1961，P63.

[6]、F.R.坦盖里尼，广义相对论导论，上海科学技术出版社，1963，P67。

[7]、A.爱因斯坦，论动体的电动力学，1905.

Einstein, A. On The Elecirodynamics of Moving Bodies, Annalen der Physik **17**: 891-921(1905).

[8]、G. Sagnac, "L'éther lumineux démontré par l'effet du vent relatif d'éther dans un

interférometrè en rotation uniforme”, C. R. Acad. Sci. **157**, 708-710 (1913).

[9] R. Wang, Y. Zheng, A. Yao, D. Langley, ”Modified Sagnac Experiment for Measuring Travel-Time Difference between Counter-Propagating Light Beams in a Uniformly Moving Fiber”, Physics Letters A, **312**, 7-10 (2003).

[10] R. Wang, Y. Zheng, A. Yao, “Generalized Sagnac Effect”, Phys. Rev. Lett. **93**, 143901-1-143901-3 (2004).

第六章 有关电磁现象的进一步探讨

电磁相互作用是原子世界的主宰，它又是长程的，在宏观世界也是常客；作为电磁波的光子是一种微观粒子，它又是连续性以太中的宏观波；因此，电磁现象是联系宏观和微观的纽带，我们在探究微观世界前，先来对它作下进一步的探讨。

6. 1、电磁是以太的最基本激发

前面，我们已经指出，光是超流动性以太中的第二声，这只是问题的一个方面

在实物性的超流体中，第一声和第二声的传播速度是不同的。当温度趋于绝对零度时，两者的比值趋于$\sqrt{3}$[1]。这是根据以分子运动论为基础的热力学公式求得的，显然，这种方法不适用于以太。以太中的第一声是密度变化量的传播，以太的密度变化量对应质量，因此，这是一种质量波；以太中的第二声是"温度波"，即热辐射能的传播，是种能量波。质量与能量是紧密联系的，有质必有能，有能必有质，因此，以太中的二种声音是合二为一的。不过，由于电磁相互作用比引力相互作用强得多，所以，光主要表现出电磁波的特征。

任何温度大于绝对零度的物体,都在进行着电磁辐射。可见，在以太的各种激发中，电磁激发的起点能量最小，它应该是以太的最基本的激发，这好比处于绝对零度的超流动性分子，获得动能，就激发成了热运动分子。以太一受到扰动，就在其内部产生了电磁激发，至于这种电磁激发的物理机制，将在第七章里作具体的描述。

大家知道，带有电、磁性的物体的运动，会辐射电磁波，那么，不带电、磁的中性物体的运动是否会扰动真空态以太呢？下面是一个回答。

6. 2、动能的电磁量子假设

一般认为，物体的动能与电磁性没有必然的联系。然而，情况未必如此。

光子的能量，既是纯粹的动能，也是纯粹的电磁能，它的能流密度矢量S与电场强度E、磁场强度H之间存在着矢量关系：

$$S = E \times H \qquad (6.1)$$

大家知道，光子的波粒二象性关系适用于一般的实物。那么，其矢量关系（1）是否也适用于一般的实物呢？这个问题很值得深究。拿导线切割磁力线产生感应电动势来说，导线的运动方向、磁场方向和感应电动势的方向，这三个方向(不包括数值)之间的关系，符合（1）式。其他有关动能的电磁感应，也存在着类似的情况。对此，本文提出如下的假设。

动能量子假设：光子的矢量关系（1）适用于一般实物的动能量子，即每一个动能量子都满足关系式

$$S_0 = E_0 \times H_0 \qquad (6.2)$$

且S_0的方向一致，它的矢量和S为该实物的动能流密度矢量，而E_0和H_0的分布，在与S垂直的平面上各向同性，不呈现明显的电磁性；当存在外界电、磁场时，E_0和H_0的分布将发生变化。这意味着，实物的动能是隐性的电磁能。这可以进一步用以太来描述：实物的相对论性动能与实物本身的以太波包的以太压力有关，当以太受到扰动，其中就会产生电磁激发，每一个动能量子是一个以太质点，它满足（6.2）式，其矢量方向会随着外界电、磁而变化。当扰动体是电（或磁）场时，就产生显性的，向外传播的动能量子，即电磁波；当扰动体是中性物体时，就形成隐性的，不向外传播的动能量子，这表现为一般的动能；而一般带电的物体运动时，既发出电磁波，又具有动能。

6. 3、实例分析

运用以上假设，我们可以对一些电磁效应作出新的解释和推测，下面分析几个实例。

6.3.1、洛伦兹力

洛伦兹力的成因可以这样描述：带有电荷 q 的粒子，以速度v运动时，形成了一定数量的动能量子，它们都满足关系式$S_0 = E_0 \times H_0$，且所有S_0的方向一致，其矢量和S为该粒子的动能流密度矢量；而E_0和H_0的方向，在与S垂直的平面上各向均匀分布，矢量和都为零。当存在外界磁场H时，H_0的方向重新分布，使其和为$-H$，于是，在与S和H垂直的方向上出现了电场E，$E \times (-H) = S^{'}$（$S^{'} \leq S$，且只有光子取等号），根据已知的结果，可得：

$$E = S^{'} \times H = v \times B \qquad (6.3)$$

E作用于电荷，于是产生了洛伦兹力$F = qE = qv \times B$。

公式（6.3）可看作是动能量子假设的一个宏观上的计算公式。当v为光速c时，由（6.3）可推出电磁波的关系式$\sqrt{\varepsilon_0}E = \sqrt{\mu_0}H$。

6.3.2、单极效应

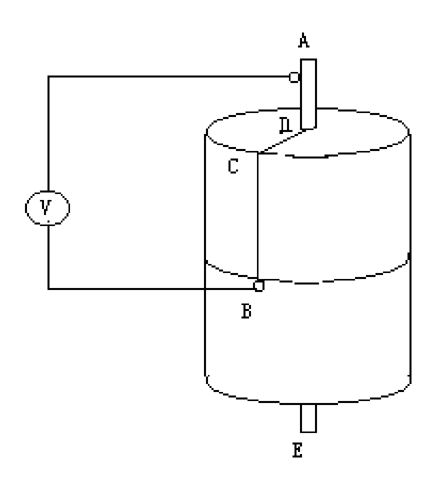


图 6.1 单极效应示意图

所谓单极效应是指运动磁体的电感应现象。如图 6.1，当一个轴对称（半径 r）的磁体，以等角速度ω转动起来后，在与磁体滑动接触的静止导线回路 AVBCDA 内，就有一个稳定的电流通过。怎样解释这单极效应，历史上曾有过争论。法拉弟认为，磁体转动时，磁力线不随之运动，这样，磁体上的 CD 切割磁力线产生感应电动势，造成了回路中的稳定电流；韦伯的观点则相反，他认为磁体转动时，磁力线也随之运动，运动的磁力线切割静止的导线 AVB，导至稳定电流的产生。对这二种不同的观点，历史上没有作出判断，并认为经典电动力学不能解释单极效应[2]。根据动能量子假设，只要导线的方向、运动速度与磁场三者相互垂直，就会产生感应电动势，而与导线是否切割磁力线无必然联系，即磁体转动时，磁力线是否随之运动，与结果无关。因此，单极效应与法拉弟圆盘的原理是等效的，回路 AVBCDA 的电流取决于 C、D 二点间的感应电动势：$U_{CD}=\frac{1}{2}B\omega r^2$。

实际上，地球本身就是一个巨大的单极效应装置：地球的磁场、自转方向和大致上垂直地面的电场三者构成了正交的矢量关系。

6.3.3、威尔逊-威尔逊实验

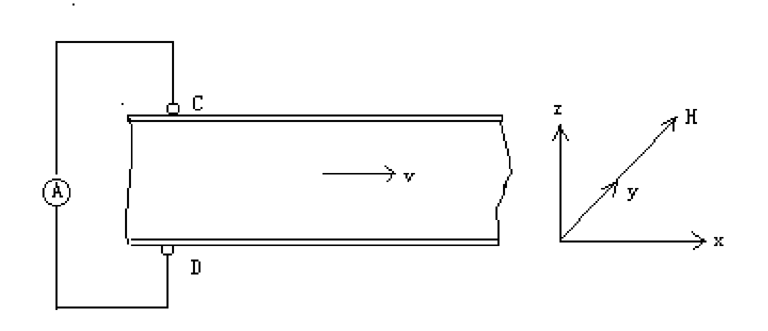


图 6.2 威尔逊-威尔逊实验示意图

1913 年，M. Wilson 和 H. A. Wilson 进行了一个运动电磁介质的电磁感应实验。这个实验的原理如图 5.2 所示，有一无限大的平板电容器，其中充满了电、磁介质（ε,μ）；整个电容器沿正 X 轴方向以速度 v 运动；有一冲击式电流计 A 与电容器的二平板活动接触；整个空间有均匀磁场 H 指向 Y 轴正方向；当改变 H 的方向时$\left(H \to -H\right)$，电流计测到有电流出现。

一般认为，该实验结果要用麦克斯韦-闵柯夫斯基电动力学来分析。其实，这一实验用动能量子假设来说明十分简单。因为，整个电容器沿正 X 轴方向以速度 v 运动，而整个空间有均匀磁场 H 指向 Y 轴正方向，因此，在电容器内的 Z 轴方向必有感应电场产生。根据（2），$E = v \times B$。于是，$D = \varepsilon E = \varepsilon\mu v \times H$，这个电位移使电容器充电。当改变 H 的方向时$\left(H \to -H\right)$，充电的方向也将反向，这样，图 2 中的电路 CAD 中将出现冲击电流，其大小将正比于因子$\varepsilon\mu$。这个因子比用麦克斯韦-闵柯夫斯基电动力学方法得到的因子$\left(\varepsilon\mu - 1\right)$更接近实验结果[2]。

6.3.4、雷电的起电机制[3][4]

雷电的能量非常大，它的一次闪光的时间约为 40 微秒，电流高达 10^4-10^5 安倍；强起电过程能使雷电云中的电场强度达到 4×10^5 伏/米，空间电荷大于 2×10^{-8} 库伦/米 ^{3}。关于雷电的起电机制，已经有好几种理论，比如，降水粒子与云的构成物碰撞，分离了电荷；云的对流运动反抗电场力，输送和聚集了电荷等等，但都不尽人意。运用本文的假设，可将雷电的巨大电能看成是：剧烈运动的大气的部分动能，转化成了显性电能。雷电过程具备这方面的条件。

1、动能转化为显性电磁能，需要存在外界的电、磁场。在一般情况下，地面带负电，

而大气带正电，大气中随时都存在着大气电场，它会随着气象条件而变化。晴天，陆地上的垂直的大气电场，平均为120伏/米，海洋上是130伏/米；雷雨云已经历了一定的起电过程，一般情况下，它形成了电偶极子模式：上部高 6 公里处为正电区域；下部高 3 公里处为负电区域；底部高1.5公里处为正电区域。另外，大气中存在着地球磁场。大气电、磁场的存在，为雷电的起电创造了外部条件。

2、雷暴中存在着强对流，其瞬时风速一般为15-25米/秒，有时可达40米/秒。它的巨大的动能是雷电能量的来源。

3、强起电云层的厚度至少为3-4公里，而且，存在冰晶的云层容易起电，这些涉及起电的具体机制，它可能与“动电效应”有关。

动电效应：流体通过多孔塞，在多孔塞的前后会产生一定的电压差。流体通过多孔塞后会产生湍流，看来，它在电磁能的隐性转显性中发挥了一定的作用。因此，雷电的起电体系好比是一个庞大、复杂的动电效应系统，云层好比是运动的、可变的、无数层叠加的多孔塞，强对流的气体与云层的相互作用，激发了起电机制。另外，极大湿度的云层的存在也为放电创造了条件。

6.3.5、天体的基本磁场的成因

关于天体的磁场的成因，目前，正统的观点把它归因于自转天体内部的自激发电流。但是，这种假设性的电流自激发机制，需要满足一定的条件，带有相当复杂性，这同天体磁场的普遍性有矛盾。

从地球本身是一个巨大的单极效应装置这个角度来看，地球的自转和赤道平面上垂直地面的电场的存在，能够激发出南北向的磁场来。不过，这里存在着地球的磁场和电场那个先出现的问题。实际上，地球的磁场、自转和电场三者是难分孰先孰后的。那么，是否可以只从地球的运动形式方面来考虑呢？为此，我们将比较熟悉的六大行星的有关物理量作了一些分析、比较（见下表）。

六大行星有关物理量之间的联系表（有关数据取自[5]）

物理量	水星	金星	地球	火星	木星	土星
轨道运动平均速度v	1.6076	1.176	1	0.81	0.4384	0.3236
质量m	0.0558	0.8150	1	0.1074	317.893	95.147

自旋周期t	58.81	243.675	1	1.03	0.41	0.43
磁矩 p	上限 5×10^{-5}	上限 5×10^{-5}	1	0.004	19000	550
$\left(\frac{mv^2}{t}\right)^2$	6×10^{-6}	2×10^{-5}	1	0.0047	22206.31	536.89

从表中可知：$p\approx\left(\frac{mv^2}{t}\right)^2$。这显示天体的磁矩与轨道动能的平方成正比；与自旋周期的平方成反比，即 $p=k\left(\frac{mv^2}{t}\right)^2$（$k$ 是常系数） （3）

行星磁矩是受多种因素影响的，如太阳风、自旋矢量与轨道速度或磁矩的交角，剩磁体的分布，及可能产生的自激发电流等等。磁极的倒转，就可能同地球的自激发电流等有关。至于（3）式是否反映了由自身运动方式造成的天体的基本磁场，需要进一步设计实验加以检验和修正。

6.4、实验构想

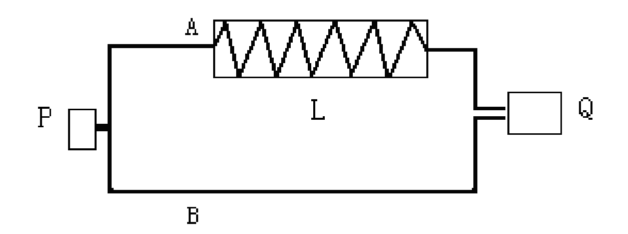
6.4.1、电、磁场中的光速

雷达回波延迟表明：引力场能影响光速。光是电磁波，那么，电、磁场更应该能够影响光速（如果在电、磁场内部真空的每一点上去直接测量，光速也都将是不变的值）。

大家知道，光在实物介质内的速度小于真空中的光速，人们一般把这归因于光与实粒子的相互作用。实际上，构成实物的原子内部是空空然的，比如氢原子，它的半径至少是 0.53×10^{-10}m，而其原子核（质子）的半径小于 1×10^{-15}m，原子核的体积在原子中所占的比率远小于太阳的体积在太阳系中所占的比率。而电子更被认为是点粒子；可见，原子内部绝大多数是真空，但其中充斥着电磁场。因此，光与实物之间的作用，在很大程度上是光与电、磁场之间的作用。这表明光在介质内速度的减小，与电、磁场的作用有关。

当然，电、磁场究竟能否对光速起作用，应由实验来回答。下面提出一个实验构想。

A、实验原理：运用迈克尔逊干涉仪的原理，即在迈克尔逊干涉仪的一条光路中加入一个强大的磁（电）场，通过观察磁（电）场的加入或变化，可否引起干涉条纹的变化，来判别磁（电）场对光速是否有影响。



6.3 光缆型迈克尔逊干涉仪：**P 是光源；Q 是干涉屏；A、B 是光缆；L 为磁（电）场发生器。**

B、实验装置：引力场对光速的影响是非常微弱的，人们将地球、太阳、行星作为实验平台，才探测到了光速的变慢。电、磁场对光速的影响应该比引力场强得多，但要在实验室里发现这方面的效应，也必须将可能存在的效应放大。这可从二方面入手：一、增长通过磁（电）场的光程。一般实验室用的迈克尔逊干涉仪的光程太短，估计至少要有几十米、上百米才行。也可以将迈克尔逊干涉仪中的光路用光缆替代，构成如图 6.3 那样的光缆型迈克尔逊干涉仪，并使电磁场发生器 L 内的光缆，在不致于漏光的前提下，盘得越长越好。二、提高 L 中的磁（电）场的强度，而且，L 中的磁（电）场的强度、方向等最好能够调节，以便作定量分析。当然，也可分步进行，如逐步更换不同强度的磁（电）场；分别使磁（电）场的方向与光线垂直、平行等等。

C、实验步骤：对于光缆型迈克尔逊干涉仪来说，首先，在不开启 L 的情况下，将一束激光同时打入二条光缆 A、B，调节干涉屏，使出现清晰的干涉图象；接着，开启 L，如果干涉条纹发生变化，再观察、分析干涉条纹与磁（电）场的强度、方向之间的关系；另外，还可以测验一下交变电磁场的强度和频率与干涉条纹的关系。由于光缆内不是真空，这要求用不同折射率的光缆进行重复试验，以证明干涉条纹的变化与光传导介质的折射率无关，。

光缆型迈克尔逊干涉仪会存在磁光效应（法拉第效应、磁双折射效应等）和光电现象等，这对干涉条纹有一定的影响，使实验的分析复杂化。对此，可以使 A、B 两条光缆的长度一样，摆放的形式也一样。当然，最好是增长通过磁（电）场的光程，而不用光缆。

6.4.2、以太旋涡的时空效应

A、实验目的

我们的以太观认为，相对论性现象是由以太密度的变化造成的定量效应：以太密度较大的地方，量杆较短，时钟也走得较慢。对此，可以说是有实验证据的：引力势对应以太密度，引力红移表明，同一束光，在以太密度不同的地方，其频率不一样，即时间的快慢随以太密度变化。我们的实验目的是要用新的方法进一步验证这一点。

B、实验原理

设想在以太中有一个旋涡，那么，由于其中的以太密度分布的不均匀，它将具有“时空突变”效应。由于以太的超流动性，中性物体的旋转，难以带动周围以太。在电、磁场中，存在着电磁激发了的以太，它们会随着电、磁场的变化而运动。因此，我们的实验原理就是用高速度旋转的强电、磁场，造就一个能产生时空突变的以太旋涡。

C、实验装置

这是一个功率强大的，可转动的电（或磁）场，它的强度、转速、方向和形状等都可以适当调节，以便进行定量分析（当然，也可以分别进行）；在场内不同的地方，安置一些特殊的光源作为“时空计量仪”，用光谱分析等手段来检测其中是否存在着“时空突变”效应；实验装置应该遥控。

D、有关以太旋涡的联想

以太旋涡除了“时空突变”效应外，由于电磁激发是以太的最基本激发，它将伴随着强烈的电磁异常；在以太旋涡内部，以太密度中心小，边缘大，是一种负引力场结构，从而，它会与外界的引力场发生特殊的作用。这些特性令人与传说中的“飞碟”联系起来。因为，飞碟具有强烈的电磁异常，会引起时空突变，能够反引力运动等。许多人认为，飞碟可能不存在，所谓的飞碟其实是实在的飞行物，如火箭、流星、飞机等等被大气折射后的产物。我们认为，飞碟即以太旋涡是存在的，不过，它们的形成往往同飞行物体有关。即火箭、流星、飞机等等及其相关行为（如部件的脱落、爆炸、尾气喷射等等）与大气运动、磁暴等相互作用有可能造成以太旋涡。

至于所谓的遭遇飞碟，与外星人接触的传言，那是以太旋涡对人的大脑作用而产生的幻觉——心理学家已多次指出，遭遇飞碟与濒死体验和吸食麻醉品等引起的幻觉有相似的模式。所以，实验装置必须遥控。

参考文献

[1]、Л．Д．朗道，E.M.栗弗席兹，连续介质力学，北京，人民教育出版社，1960，p.671。

[2]、Zhang Yuan Zhong, The Experimental Fundament Of Special Theory Of Relativity, Beijing, The Publishing House Of Science, 1979, P99-101 103-105 (in Chinese).

[3]、B. J. Mason, The Physics of Clouds, Oxford Univ. Press, London, 1971.

[4]、R. H. Golde, ed., LIGHTNING Volume 1, Academic Press, London, 1977.

[5]、C. Sagan and others, The New Solar System, Shanghai, The Publishing House Of Science and Technology, 1987, P41-48, (in Chinese).

第七章 微观以太和粒子

微观现象是人类无法直接感觉到的，人们借助于各种仪器进行科学实验和理论分析，发现在那里存在着量子性、二象性等等有别于宏观世界的特殊性。这些特殊性是怎样造成的，它们与宏观现象是否有联系？让我们来作些探讨

7.1、量子性是相对论量方面的关系在微观世界的表现

狭义相对论中的质速关系是：

$$m=\frac{m_0}{\sqrt{1-u^2/c^2}}\approx(1+\frac{u^2}{2c^2})m_0 \qquad (7.1)$$

广义相对论中的质量和引力势之间的关系是：

$$m=\frac{m_0}{\sqrt{1+2\varphi/c^2}}\approx(1-\frac{\varphi}{c^2})m_0=\left(1+\frac{GM}{c^2r}\right)m_0 \qquad (7.2)$$

（7.1）式是(7.2)式中的引力场强度（或加速度）为零，即引力势φ为常数时的一个特例，它适用于匀速直线运动。这时运用效应能量分析法将出现什么现象呢？效应能量分析法指出：效应运动一般不改变固有运动系统，而只改变整个固有运动系统的运动状态。如果固有运动和效应运动合起来总体上仍是匀速直线运动，那么效应运动只能是横向的振动或矢量方向与系统运动方向平行的自旋，而且，这种自旋的矢量方向只能是二个：与系统运动的方向相同或相反。这种效应运动存在吗？宏观上看，这似乎不可能，但从微观的角度来说，这是千真万确的——微观粒子都具有波-粒二象性，都有内禀自旋。事实上，把二象性和自旋的角频率联系起来，自旋量子数就会出现。

根据牛顿力学，旋转物体的能量E_1和角动量L之间的关系是：

$E_1 \propto L\omega$（ω 是角频率）　　(7.3)

在二象性中，能量E_2和角频率ω之间的关系是：

$$E_2=hv=\frac{h}{2\pi}\omega \qquad (7.4)$$

如果$E_1 \propto E_2$，我们得：

$$L\propto\frac{h}{2\pi} \qquad (7.5)$$

（7.5）式与自旋量子数公式相似。

当然，将自旋当作绕固定轴的转动，只是一种粗劣的、形象化的描述和说明，实际上，电子的内禀自旋是种定量效应,不完全等同于绕固定轴的转动。量子力学也明确指出：电子自旋是一个新的自由度，与电子的空间运动无关。因此，以上的估算是大体上的，并且由定量效应导致的物质波的波函数不能只取实数，而应该取复数形式。值得注意的是：薛定谔方程是一种半定性，半定量的非相对论性的理论，它可以导出某些物理量的量子化，但自旋是作为一个外加的自由度放入理论框架内的；而具有狭义相对论不变性的量子力学方程——狄拉克方程，自动地包含了粒子的自旋量子数。这进一步显示了：粒子的内禀自旋是狭义相对论的定量效应在微观世界的反映！

其实，不但粒子的内禀自旋是狭义相对论的定量效应在微观世界的反映，光的量子性也可以看成是狭义相对论的定量效应在微观世界的反映。光子是电磁激发了的以太，狭义相对论的一个最基本的定量效应是光速不变，这意味着每个光子模型在量方面会具有一定的共性。对于这种共性，我们可以作两种设想：

其一，设想光子是由电磁激发了的以太构成的波包，构成光子的每一个电磁激发元都具有最基本的电矩、磁矩、自旋及能量值 h（普朗克常数），因此，如果我们将光速与声速进行类比，由于声速与空气分子的平均运动速度同级，那么，光速将与以太粒子的运动速度同级；由于定量上真空中的光速恒为 c，因此，从定量描述的角度来看，以太粒子要么静止不动（未激发），要么以光速运动（电磁激发）——运动的以太粒子必然伴随着电磁激发而成为一个电磁激发元；一个电磁激发元代表一个波峰，电磁激发元的线密度越大，即单位时间内通过的电磁激发元的数量越大，其频率越高，于是，相应的光子的能量（或质量）也就越大，$E = hv$（E 代表光子的能量，v 为频率）。从绝对描述看来，光子中的电磁激发了的以太粒子的能量有大有小，一般是中心处的能量较大；而从定量描述的角度看来，由于以太的均匀性，光子没有具体的形状、大小，光子中的每一个电磁激发元的能量一样大。

另外，“声速与空气分子的平均运动速度同级”也意味着：实际上，光速是一种统计性的结果。由于这种统计性和量子性、二象性，加上微观世界里物质密度高，运动速度大，造成时空标准的可变性大，于是，在微观世界，就出现了几率性、不确定性原理等等难以直观理解的定量效应。

这样的设想，把光子看成是由电磁激发元构成的波包，一个电磁激发元代表一个波峰。这带来了一个问题：宏观电磁波，如无线电波，它的一个波峰应该有许多电磁激发元构成，即它的一个波峰是一个电磁激发元的波包，或者说它的一个波峰就是一个光子。

于是，如图 7.1 所示，低能电磁波的频率由单位时间内的波峰数确定，而高能光子的频率由单位时间内的电磁激发元的数量确定，那么，在低能电磁波中应该存在着高频率的光子的电磁波，这在频率的确定上显然是矛盾的。

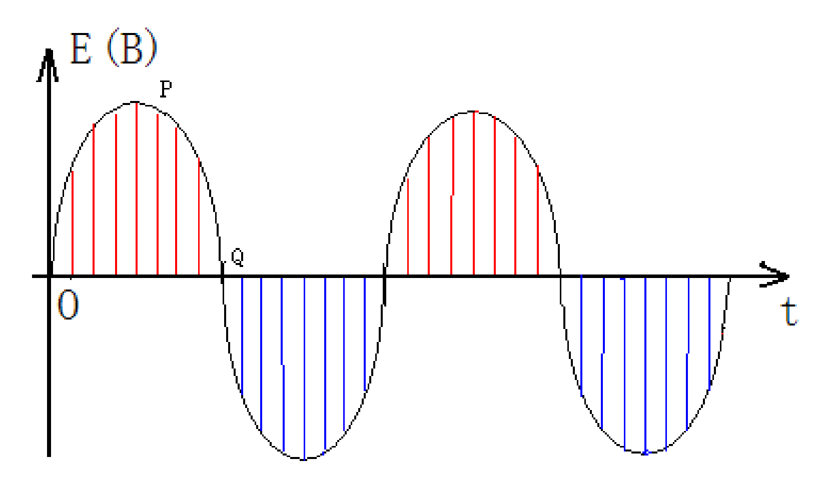


图 7.1 设想一：低能电磁波的一个波峰，是一个光子，它是由许多电磁激发元构成的波包。一条红线表示一个正向电磁激发元；一条蓝线代表一个负向电磁激发元。

第二种设想是这样的：光子是有质量的实物，一个光子就是以一个电磁激发元为核心的以太波包，定量地说，每一个电磁激发元的电（磁）振幅是一致的，其波峰曲线的斜率的绝对值越大，频率越高，能量也就越大，如图 7.2 所示。这与图 4.3 所描述的，广义相对论时空中的一维以太分布线是一致的：以太密度越大的地方，相邻的两个以太质点连线的斜率越大。光子本身的以太波包的密度越大，它的质量越大，能量也就越大。由此可见，图 7.2 所示的光子波形线，反映了光子在绝对时空观中的以太密度分布情况，这印证了我们关于超流体以太中的第一声与第二声是合二为一的观点，即以太中的电磁起伏与以太密度的起伏是同步的。

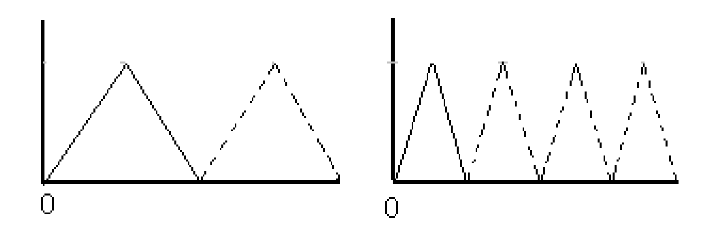


图 7.2 纵坐标表示电（磁）振幅，每一个电磁激发元的电（磁）振幅是一致的。横坐标表示单位时间里光子通过的路程。波峰的斜率绝对值越大，频率越高，能量也就越

大。

从上述分析看来，第二种设想比较合理。在这里，定量地说，每一个电磁激发元的电（磁）振幅是一致的，能量只与频率有关，而与振幅无关。关于宏观电磁波，它的振幅是由许许多多电磁激发元叠加而成的，因此，宏观电磁波的能量既与频率有关，也与振幅有关。

同光的量子性相类似的，还有电荷的基量性。电荷是定量描述的概念，根据位错与电荷在照片形象和数学描述形式上都很相似[1]的事实，我们认为，电荷的绝对描述的意义是以太中的位错。定量描述中，以太的分布是处处均匀，各向一致的，电荷就是其中的位错。四维时空的均匀性，造就了全位错柏氏矢量的基量性，这就是电荷基量性的根本原因。进一步说，分数电荷可看成是以太中的全位错扩展成了不全位错的结果。不全位错是全位错中的部分结构，不能单独存在，这就是带分数电荷的夸克不能独立存在的原因。

那么，空间和时间是否也会呈现量子性呢？定量上来说，回答是肯定的。以太粒子好比以太流体的不可再分的“分子”，再进一步分割就不是以太了。因此，以太粒子是最基本的以太质点，相邻的以太粒子间距就是最基本的长度量子；而光通过相邻的以太粒子间距的时间间隔就是最基本的时间量子。但就绝对描述来说，这些基本量子都是随以太密度的不同而变化的，地面上的长度量子比太空中的长度量子短；原子空间中的长度量子比地面上的短；原子核内的长度量子又比原子空间中的长度量子短。因此，在绝对时空观看来，不存在什么时、空量子。这里也清楚地表明，量子现象只是一种定量效应。

7.2、关于二象性

实物是以太密度波包的核心，这包含了二象性现象的基本要素：实物本身是粒子性的；而伴随着它的以太波包是波动性的。

实物粒子可分为二大类：没有静止质量的光子和有静止质量的轻子、强子。光子之所以没有静止质量，是因为它纯粹是一种以太波，即构成光子的以太粒子并没有作宏观的移动，只是不断地进行着电磁激发的传递，而呈现出波动性；但光子又具有以太密度的极大值，是个以光速前进的以太密度波包，而表现出粒子性。至于有静止质量的轻子、强子，其中的“裸轻子”、“裸强子”，即剥离了以太波包的轻子、强子，它们的运动是实实在在的运动，并始终处于以太密度波包的核心；但伴随着它们的以太密度波包中的以太粒子，并没有作宏观的移动，而只是进行波动。这些就是我们对二象性的描述。

绝对描述与定量描述之间存在着错位，这在微观世界比在宏观世界表现得更为明显。在宏观世界，绝对描述的景象是：在宇宙的以太海洋中，以太密度的分布是不均匀的，一个个实物的质心，就是一个个以太密度的极大值点，引力场是以太密度场；而定量描述的景象是：在宇宙的以太海洋中，以太密度的分布是时时处处都均匀的，这就是所谓的四维时空连续体，而实物的存在使这均匀的时空连续体发生了“弯曲”，引力场就是这时空的“曲率场”。在微观世界，绝对描述的景象是：一个个实物质点（最基本的一般是荷电的轻子和夸克）不但是一个个以太密度的极大值点，同时还伴随着以太中的位错，原子核外的电子和原子核内的质子等是一个个全位错，而质子、中子等由具有不全位错的夸克组成；在这里，定量描述的景象，由于电荷的出现，四维时空连续体变得支离破碎。广义相对论只能描述引力场，不能描述电磁场、色场等；而狭义相对论只能通过量子性和二象性（相对论性量子力学），对微观世界进行间接的模糊的描述。

7.3、粒子物理学的标准模型

粒子物理学的标准模型是目前物理学家对宇宙的物质基元的最基本的描述。它认为，构成宇宙的最基本的实物粒子是三代轻子和三代夸克，如下表所示：

表 7.1 费米子的代和电荷（上标）

	中微子	荷　电　轻　子	夸　　　克	
第一代	${v_e}^0$	e^{-1}	$d^{-\frac{1}{3}}$	$u^{+\frac{2}{3}}$
第二代	${v_\mu}^0$	μ^{-1}	$s^{-\frac{1}{3}}$	$c^{+\frac{2}{3}}$
第三代	${v_\tau}^0$	τ^{-1}	$b^{-\frac{1}{3}}$	$t^{+\frac{2}{3}}$

表 7.7 中有 6 种轻子和 6 种夸克。轻子和夸克都是自旋为 1/2 的费米子，它们都有自己的反粒子，因此，共有 24 种最基本的费米子。微观粒子之间的相互作用是通过交换规范粒子进行的，这些规范粒子都是自旋为整数的玻色子，它们是电磁相互作用中的光子；弱相互作用中的中间矢量玻色子 $W^{\pm}$、Z^0 和强相互作用中的胶子。

标准模型中的弱电统一理论认为：弱作用和电磁作用是统一的，正如电作用与磁作用是同一种电磁作用的两种不同表现一样，弱作用与电磁作用也只不过是同一种电磁作用的两种不同表现而已。中间矢量玻色子本来与光子一样也是质量为零的规范粒子，由于真空自发破缺，通过 Higgs 机制，中间矢量玻色子获得了很大的质量，而光子仍保持

它原有的零静止总质量。

标准模型中的量子色动力学认为：强子之间的强相互作用归结为组成强子的夸克和胶子之间的相互作用。夸克有味和色两种自由度，夸克之间的电磁作用和弱作用是通过味自由度进行的，而强作用则是通过色自由度进行的。每味夸克都带有 3 种色荷，胶子有 8 种可能的色荷。

粒子物理学的标准模型，正确地描述了迄今为止的所有电弱作用和高能强作用的实验现象，取得了巨大的成功。但其中的 Higgs 场，在这一理论体系里，既是不可缺少，又显得不大协调，因为，它给标准模型带来了理论上的缺陷，即所谓的平庸性和不自然性问题；而且，迄今还未找到它所预言的 Higgs 粒子。另外，在标准模型里，最基本的粒子有轻子、夸克和规范玻色子等，多达几十种，这有悖于“最基本”的意义。可见，探索超出标准模型的新物理势在必行[1]。在这方面，已经有人工色（technicolor)、超对称(supersymmetery)、小黑格斯粒子、额外空间维度(extra dimension)等等，它们从建立新的数学模型入手，来进行探索。而本文关于粒子法则的新思路，从物质的内在联系方面着想，其主要是二点：找出构成所有粒子的基本要素；赋予真空态的虚粒子更实在的意义。

7.4、以太与粒子的内在联系

表 7.1 显示了费米子的代和电荷量的对称性，这意味着什么呢？我们提出如下看法：

假设 1：中微子和电荷是构成轻子和夸克的二大要素。

根据表 7.1，把中微子和电荷看成是构成轻子和夸克的二大要素是很合理的：中微子加上整份电荷构成了荷电轻子；中微子加上分数电荷构成了夸克；中微子有三种，这是粒子分为三代的基础：v_e 加上 -1 份电荷构成了 e，加上 $-\frac{1}{3}$ 份电荷构成了 d，加上 $+\frac{2}{3}$ 份电荷构成了 u；v_μ 加上 -1 份电荷构成了 μ，加上 $-\frac{1}{3}$ 份电荷构成了 s，加上 $+\frac{2}{3}$ 份电荷构成了 c；v_τ 加上 -1 份电荷构成了 τ，加上 $-\frac{1}{3}$ 份电荷构成了 b，加上 $+\frac{2}{3}$ 份电荷构成了 t。这三种中微子应是同一物质的三种不同状态，正如同一种物质会有固态、液态、气态一样。由于三种轻子数各自守恒，这三种中微子不可相互转化，但三种正、反中微子对之间可以相互转化。

在微观世界，粒子与以太有着密切的关系。量子场论认为，真空是量子场的基态，量子场的激发或退激，代表粒子的产生或消失。这意味着粒子与以太可以相互转化。不过，以太不可能由费米子组成，因为。由于泡利不相容原理，费米子不可能全部集中在最低能态。

至于波色子，它的自旋是整数，可以看成是二个或偶数个费米子的耦合。玻色子原则上可以全部凝聚在最低能态[3]，这意味着以太应该由玻色子构成。另外，狄拉克方程是描写费米子的，它有正、负能态两个解，正能态中的粒子是正粒子，负能态中的空穴是反粒子，以太是既无正粒子，也无反粒子的状态，这就是说以太是正、反粒子刚好一一配对的状态。实际上，正、反粒子对能在真空中成对地产生或湮灭，这表明以太是由处于最低能态的正、反费米子对的集合。由此，我们提出：

假设二：以太是由正、反费米子构成的虚波色子的集合，是种最基本、最普遍的玻色-爱因斯坦凝聚；真空态的玻色子是无所谓质量，也无形状、大小的“虚粒子”。由于质量对应以太波包的密度的变化量，能量对应以太波包的压力的变化量，那么，其“虚”的实质就是不形成以它为中心的以太包，或没有以太压力变化量的最低能态。

以太由正、反费米子对组成，这看起来象是 Smarandache 分别在 1995 年和 1980 年提出的中智物理和反论中说到的“unmatter”，它基于 A 与反 A 的对立统一，以及它们之间的中间状态的结合。

The ether made up of the pairs of positive and negative fermions, it seems that is a unmatter, which was introduced in the context of ‘neutrosophy’ (Smarandache, 1995) and ‘paradoxism’ (Smarandache, 1980), which are based on combinations of opposite entities ‘A’ and ‘antiA’ together with their neutralities ‘neutA’ that are in between[4].

另外，根据实际情况，我们假定：无论是实的或虚波色子中的费米子，它们可以具有或相互之间转移 $0、\pm\frac{1}{3}、\pm\frac{2}{3}、\pm 1$ 份电荷。

粒子的多样性，导致了虚波色子的多样性。这造就了微观真空的简并性。单纯引力场里的以太，由正、反中微子对（$\nu_e-\overline{\nu_e},\nu_\mu-\overline{\nu_\mu},\nu_\tau-\overline{\nu_\tau}$）构成，这被称之为以太粒子；在电磁场中存在着虚光子，这即前面所谓的电磁激发元，它们是虚正、反荷电轻子对（$e-\overline{e},\mu-\overline{\mu},\tau-\overline{\tau}$），是电磁激发了的以太，可以看成是以太粒子内部的正、反中微子之间转移一份电荷的结果；色场中还存在着虚正、反夸克对（$d-\overline{d},u-\overline{u},s-\overline{s}$ 等等），它们是色激发了的以太，是轻子内部转移分数电荷的结果。所谓的胶子，就是其中带色的虚正、反夸克对；而无色的是一般所谓的“海夸克”。电磁场、色场的强度对应虚光子、虚胶子的密度梯度，或者说：引力场是以太粒子的密度场；电磁场是虚光子的密度场；色场是虚胶子的密度场。

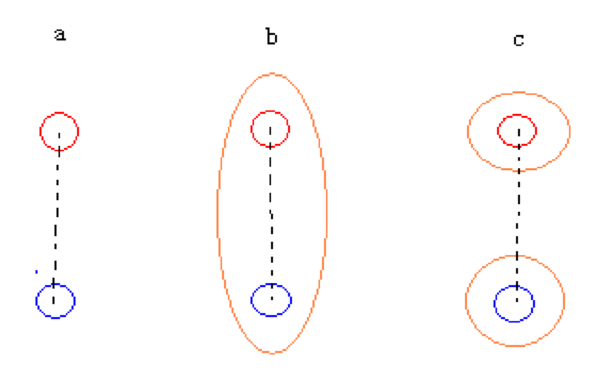


图 7.3 红圈是带正电荷的轻子；蓝圈是带负电荷的轻子；黄圈代表以太波包。a 是虚光子；b 是实光子；c 是荷电轻子对。

在这里，所有的实物和以太都被看成由中微子和电荷构成。如图 7.3 所示，虚光子、实光子、实正、反荷电轻子对的构成是一样的，只是虚光子不形成独立的以太波包；实光子形成了一个独立的以太波包；实正、反荷电轻子对是二个独立的以太波包的组合。它们可看成是相同结构的不同能态。虚胶子和相应介子的构成也一样，前者是带色的虚粒子，后者是无色的实粒子。

所有的虚粒子都是真空态粒子，但其中的以太粒子是最基本的真空态粒子，由它构成的以太流体，是完全超流动性的；其他的虚粒子，如虚光子、虚胶子等是以太粒子的电磁或色激发态，它们会参与电磁或强相互作用，因此，有它们存在的真空流体，将会有一定的粘滞性。量子场论所研究的“物理真空”，显然不是最基本的真空态，而是电磁或色激发的真空态。另外，以太粒子是最基本的以太质点（再分割就不是以太了），而以太粒子的间距是定量描述的最基本的长度单位，因此，以太粒子本身的大小已经难以确定，于是，构成它的费米子的大小就只能认为是零了。这也是一种定量效应的表现，在绝对时空观看来，它们应该也有大小和结构，但这超出了现有的定量描述的范围。

实物伴随着引力场，它是以太密度波包。最基本的实物粒子是费米子，其中，荷电轻子和由夸克构成的强子有明显的质量，这表明引力相互作用本身不能造就以太密度波包，它是由电磁和强相互作用，或者说是以太中的位错力，造成的。而中微子，它不参与电磁和强相互作用，不可能形成以它为中心的以太密度波包。现在，有实验显示，中微子也有微小的质量，这只是表示，它的存在，使处处均匀，各向一致的以太粒子的“晶格”稍微发生了一点小范围的变形，但不会形成较大范围的位错，这也就是说，中微子

不伴随以太波包，因此，相对论的质速关系对它是不适用的，它可以很容易地超越光速。

7.5、粒子间的相互转化

为表达方便，现在将各种轻子和夸克，统一用 h 来表示。于是，根据前面二个假设及相关事实，h=中微子+电荷，其中的电荷量可以取 0、$\pm\frac{1}{3}$、$\pm\frac{2}{3}$、±1；而且，在 h 之间，能够互相转移$\pm\frac{1}{3}$、$\pm\frac{2}{3}$、±1 份电荷。根据这些法则，并结合能量守恒定律，就能够对粒子间的相互转化，进行新的绝对描述：粒子间的相互转化，一般是在虚粒子的参与下，h 之间转移电荷，并重新进行组合的过程。这样的描述，能于实际情况相符合，这是本文观点合理性的一种显示。下面就以部分粒子的衰变为例，来作一下描述。

符号：$\xrightarrow{h_1\cdots(a)\to h_2}$表示$h_1$向$h_2$转移 a 份电荷；用[ ]括起来的表示一独立的实物粒子（中括号前的字母为该粒子的代表符号，如质子为 p，中子为n等等）或中间状态（中括号前无代表符号）的 h 组成；在$\langle\ \rangle$内的为虚粒子的 h 组成；$\Rightarrow$后为符合能量守恒的衰变结果。

7.5.1、不稳定强子的衰变

强子都由夸克组成，而夸克之间存在着胶子。构成重子的是三个夸克，如质子 $p[uud]$、中子 $n[ddu]$；构成介子的是二个夸克，如π介子$\pi^0[u\bar{u}]$或$\pi^0[d\bar{d}]$，$\pi^-[d\bar{u}]$。就不稳定强子来说，其不稳定性在于，构成强子的夸克和虚胶子可以不通过转移电荷而直接组合成新的粒子，因此，它们很不稳定，寿命极短。如：

$$\Delta^-\left[ddd\left\langle u-\bar{u}\right\rangle\right]\Rightarrow n\left[ddu\right]+\pi^-\left[d\bar{u}\right]。$$

7.5.2、稳定的奇异重子的衰变

含有夸克 s 的重子为奇异重子。稳定的奇异重子的衰变，一般是在虚胶子（由于能量的制约，只能是$d-\bar{d}$、$u-\bar{u}$）的参与下，夸克 s 与 u 之间转移一份电荷后，s 变成了 u，u 变成了 d，然后重新组合。由此得出的结果，与实际上的主要衰变方式（除Σ^0以外）完全一致：

$$\Lambda^0\left[uds\left\langle u-\bar{u}\right\rangle\right]\xrightarrow{s\cdots(-1)\to u}\left[udud\bar{u}\right]\Rightarrow p\left[udu\right]+\pi^-\left[d\bar{u}\right],或\mathrm{n}\left[\mathrm{ddu}\right]+\pi^0\left[u\bar{u}\right]$$

$$\Lambda^0\left[uds\left\langle d-\bar{d}\right\rangle\right]\xrightarrow{s\cdots(-1)\to u}\left[ddud\bar{d}\right]\Rightarrow n\left[ddu\right]+\pi^0\left[d\bar{d}\right]$$

$$\Sigma^{+}\left[uus\left\langle u-\bar{u}\right\rangle\right]\xrightarrow{s\cdots(-1)\to u}\left[uuud\bar{u}\right]\Rightarrow p\left[uud\right]+\pi^{0}\left[u\bar{u}\right]$$

$$\Sigma^{+}\left[uus\left\langle d-\bar{d}\right\rangle\right]\xrightarrow{s\cdots(-1)\to u}\left[udud\bar{d}\right]\Rightarrow p\left[uud\right]+\pi^{0}\left[d\bar{d}\right],\text{或}n\left[dud\right]+\pi^{+}\left[u\bar{d}\right]$$

$$\Sigma^{-}\left[dds\left\langle u-\bar{u}\right\rangle\right]\xrightarrow{s\cdots(-1)\to u}\left[ddud\bar{u}\right]\Rightarrow n\left[ddu\right]+\pi^{-}\left[d\bar{u}\right]$$

$$\Xi^{0}\left[uss\left\langle u-\bar{u}\right\rangle\right]\xrightarrow{s\cdots(-1)\to u}\left[usud\bar{u}\right]\Rightarrow \Lambda\left[sud\right]+\pi^{0}\left[u\bar{u}\right]$$

$$\Xi^{0}\left[uss\left\langle d-\bar{d}\right\rangle\right]\xrightarrow{s\cdots(-1)\to u}\left[dusd\bar{d}\right]\Rightarrow \Lambda\left[dus\right]+\pi^{0}\left[d\bar{d}\right]$$

$$\Xi^{-}\left[dss\left\langle u-\bar{u}\right\rangle\right]\xrightarrow{s\cdots(-1)\to u}\left[dsud\bar{u}\right]\Rightarrow \Lambda\left[dsu\right]+\pi^{-}\left[d\bar{u}\right]$$

$$\Omega^{0}\left[sss\left\langle u-\bar{u}\right\rangle\right]\xrightarrow{s\cdots(-1)\to u}\left[ssud\bar{u}\right]\Rightarrow \Lambda\left[dsu\right]+k^{-}\left[s\bar{u}\right],\text{或}\Xi^{0}\left[ssu\right]+\pi^{-}\left[d\bar{u}\right]$$
$$\text{或}\Xi^{-}\left[dss\right]+\pi^{0}\left[u\bar{u}\right]$$

至于Σ^0的衰变，是其内部的胶子衰变成了光子（这是一种电磁相互作用，速度较快）：

$$\Sigma^{0}\left[uds\left\langle d-\bar{d}\right\rangle\right]\xrightarrow{d\cdots\left(\frac{2}{3}\right)\to\bar{d}}\left[uds\left\langle e-\bar{e}\right\rangle\right]\Rightarrow \Lambda\left[uds\right]+\gamma\left[e\bar{e}\right]$$

一些非主要的衰变方式，全是 h 间转移分数电荷的结果，如：

$$\Sigma^{-}\left[dds\left\langle u-\bar{u}\right\rangle\right]\xrightarrow{s\cdots\left(\frac{2}{3}\right)\to\bar{u}}\left[dde(\mu)\bar{v}_{e}\left(\bar{v}_{\mu}\right)u\right]\Rightarrow n\left[ddu\right]+e+\bar{v}_{e},\text{或}n\left[ddu\right]+\mu+\bar{v}_{\mu}$$

7.5.3、中子和荷电轻子的衰变

由于能量的制约，中子同荷电轻子一样，在虚光子的参与下进行衰变：

$$n\left[udd\right]\left\langle e-\bar{e}\right\rangle\xrightarrow{d\cdots(-1)\to\bar{e}}p\left[udu\right]+\bar{v}_{e}+e$$
$$\mu\left\langle\bar{e}-e\right\rangle\xrightarrow{\mu\cdots(-1)\to\bar{e}}v_{\mu}+\bar{v}_{e}+e$$

$$\tau\left\langle\bar{e}-e\right\rangle\xrightarrow{\tau\cdots(-1)\to\bar{e}}v_{\tau}+\bar{v}_{e}+e$$

由于τ的能量巨大，在它的周围将存在无色的正、反夸克对，在它们的参与下，τ可以衰变出强子来。

7.5.4、衰变的分支比

关于衰变的分支比，根据上面的衰变式，通过简单的计算，可以发现，衰变的分支比与夸克之间的结合关系有关，这结合关系在$p[uud]$中是uu,ud,ud，在$n[ddu]$中是dd,ud,ud，在π^-中是$d\bar{u}$，等等。这支持了我们有关“夸克之间重新组合”的说法。

举例来说，我们近似地设①、uu 比 dd 的结合几率大 15.5%，②、$d\bar{u}$ 或 $u\bar{d}$ 的结合几率比 $d\bar{d}$ 或 $u\bar{u}$ 大 12.5%，已知 $\Lambda \to p\pi^-$ 的分支比是（64.2±0.5）%，而 $\Lambda \to n\pi^0$ 的分支比是（35.8±0.5）%，二者相差 28%，这是因为 $p\pi^-$ 的结合关系是 $uu, ud, ud, d\bar{u}$，而 $n\pi^0$ 的结合关系是 $dd, ud, ud, u\bar{u}$，于是有①+②即 15.5%+12.5%=28%；同样，已知 $\sum^+ \to p\pi^0$ 的分支比为（51.6±0.7）%，而 $\sum^+ \to n\pi^+$ 的分支比为（48.4±0.7）%，前者比后者大 3%，这是因为 $p\pi^0$ 的结合关系是 $uu, ud, ud, u\bar{u}$，而 $n\pi^+$ 的结合关系是 $dd, ud, ud, u\bar{d}$，于是有①-②即 15.5%-12.5%=3%。

7.6、相互作用的机制

关于相互作用，目前认为，共有四种基本的相互作用，它们是：引力相互作用、电磁相互作用、强相互作用、弱相互作用。对这些相互作用进行描述的有二大互不相融的理论：描述引力相互作用的是广义相对论，它把万有引力描述成弯曲的时空对物体的作用；而描述其他三种相互作用的是量子场论，这是量子力学和狭义相对论相结合的产物，它把相互作用描述成互相交换场量子：电磁相互作用交换光子；强相互作用交换胶子；弱相互作用交换弱规范玻色子。这里将相互作用说成是“交换”场量子，只是形象化的说法，其真正的含义是：力场都由虚粒子——虚的场量子构成，场量子总是处于不停地进行虚虚实实的变化和振荡之中。从形式上看来，广义相对论和量子场论是水火不相的，其实它们有一个共同的特点，那就是不平衡。我们已经指出，所谓时空的弯曲，是对以太密度不均匀分布的一种数学表达。当物体处于不均匀的以太之中，前面有 A 个以太粒子对它作用，后面有 B 个以太粒子对它作用，A≠B，于是就出现了引力。同样，其他力场也是由场粒子（以太粒子激发的产物）的分布不均匀造成的。

在下面，我们约定：不同的夸克有不同的味，不同的轻子也看成是不同的味，正、反粒子的味数相反，正、反粒子对的味数是零。通过对上述种种衰变过程的分析，可以发现：

强相互作用就是夸克间的重新组合，它不改变每一个粒子的味，因此具有最大的味的对称性。味与电荷有关，而与色荷无关。定质地说，强相互作用是色荷之间的作用，它是通过带色的虚胶子链来传递的，而定量上的描述就为交换虚胶子。

就粒子的变换来说，电磁相互作用是正、反粒子对内部转移电荷，如 Σ^0 的衰变，它

虽然改变了二个费米粒子的味，但总的味数不变，因此具有较好的味的对称性。定质地说，电磁相互作用是正、反对称的电荷之间的作用，在电磁场中存在着虚光子，电力线就是由虚光子首尾相接而形成的传递电磁力的链。在静电场中，虚光子的分布是平滑的，无实粒子；而当电场运动时，虚光子的海洋发生了波动，出现了一个个波包，即产生了实光子。对此，定量描述为：两个带电粒子间的相互作用是通过互相不断地发射和吸收虚光子来实现的。

弱相互作用也是粒子间的转移电荷，但它改变了总的味数，因此味的对称性最低。定质地说，弱相互作用是正、反不对称的电荷之间的作用，因为，电荷必然依附在中微子上，所以，弱相互作用，应是带有不对称正反电荷的中微子之间的相互作用，其可观察的实的作用量子描述为中微子对（Z 子）或中微子与荷电轻子对（W 子）——它们不是独立的二个以太包对，而是每对粒子合成了一个以太包，因而质量很大。

引力相互作用，则是以太粒子之间的作用，所谓的引力量子就应该是由二个以太粒子构成，它是否能形成一个以它为核心的以太波包，是个问题。上面曾指出：电磁激发是以太的最基本的激发，以太一受到扰动，就产生了电磁激发，并向外传播。因此，引力量子可能不存在，引力理论中应该发射引力波的，实际上发射的也是电磁波。

以上意味着，相互作用中的虚粒子与可观察到的场量子既有联系，也有区别，前者不形成以太包，而后者是伴有以太包的实粒子。另外，以太粒子是正、反中微子对，而弱相互作用是带有不对称正反电荷的中微子之间的相互作用，因此，陈绍光先生认为，引力是弱相互作用力的真空极化效应的一种表现形式，有其一定的道理[13]。正如电磁场的量子理论与电子的量子理论密切相关一样，引力场的量子理论将同中微子的量子理论有某种关联。

另外，如果弱衰变的产物中有强子，那么，其中将包含强相互作用，因为，粒子间转移电荷后，新的夸克之间要重新组合成强子，而这种重新组合是强相互作用。所以，一般认为的稳定的奇异重子的弱衰变，其实，在衰变的后一阶段中，都存在着强相互作用。

在微观世界，实粒子和虚粒子都在不断地运动着，变化着，它们在不停地交换着能量，转移着电荷，变换着实和虚的角色。场的粒子性就是以太和实物之间相互联系，相互转化的一种动态表现。

参考文献

[1]、赵红洲，位错子理论初探，潜科学，1989 年第 5 期。

[2]、苏汝铿，量子力学，高等教育出版社，2002，p.409。

[3]、Zhang Xian-Wei, Quantum Statistical Mechanics, Science publishing house, Beijing, 2008, p62, 80 (in Chinese).

[4]. http://www.ams.org/meetings/calendar/2011_dec2-4_gallup.html

第八章 以太的宇观作用

人类生活在宏观世界，我们日常见到的物质现象，一般都可以用经典物理学来描述，比较直观，容易理解。如上所述，在微观世界，存在着二象性、量子性、不确定性原理等等难以直观理解的物理现象。同样，在星系、星系团的宇观世界里，也存在着河外星系的普遍性红移、类星体和暗物质等等难以理解的天文现象。对这些现象，人们已经进行了长时期的研究探讨，其中有些问题，看起来已经得到了解决，实际上却是差强人意，暗物质问题就是其中之一。

8.1、暗物质问题回顾[1]

我们把星系、星系团的世界称为“宇观”。 确定宇观天体的质量有二种方法。一是光度学的方法，运用恒星的质光关系，把该天体内所有的发光物的质量加起来；二是动力学的方法，通过观察该天体内物质的运动状态，用牛顿力学方程来求得天体的质量。然而，令人意想不到的是，二种方法求出的结果竟是大相径庭。

早在 1932 年，年轻的荷兰天文学家奥尔特(A. H. Oort)，在研究恒星穿越银河系银道面的运动中发现：根据这些恒星的实际运动情况，用牛顿力学公式来计算，银盘的物质总量，至少是看得见的发光体总质量的三倍；1933 年，瑞士天文学家茨维基(F. Zwicky)发现，后发星系团的动力学质量竟是光度学质量的 400 倍；1936 年，史密斯等人又发现，室女星系团的动力学质量是其光度学质量的 200 倍，等等（早期的观察数据误差很大，现在认为，在类似的情况下，一般为 10 倍左右）。这些“质量缺失”现象表明：如果宇观的物质运动也符合牛顿力学定律，那么，一定还存在着人们还未发现的极大量的“暗物质”。

如果说，上述的发现还存在着一些不确定因素，那么，1978 年，鲁宾(V. Rubin)等人的发现给出了一个有力的证据。他们发现：包括银河系在内的一些旋涡星系，在星系的发光圈外，物质的转动速度同距离无关。而按照牛顿力学定律，物质的轨道运动速度的平方与距离成反比。因此，如果牛顿力学定律始终有效，就得认为：星系外围存在着巨大的暗物质的晕。

如果暗物质真的存在，那么，它究竟是何物呢？早先，人们认为，它是难以被观察到的常见物质，如弥漫在太空中的气体、尘埃、行星，因衰老而变暗了的恒星、星系和黑洞等等。但经过观察和分析，这些常见物质，在质和量方面都远远满足不了要求。因此，它应该主要由人类尚未认识的物质所构成。暗物质是非常见物质，它的量又比常见

物质大得多，这种情况十分反常。不过，现代宇宙学却如获致宝。因为，按照现代宇宙学理论，在宇宙早期，经过暴胀以后，宇宙学密度保持为 1，而在暴胀中，重子物质不可能迅速合成，它的密度远小于 1，因此，宇宙物质的绝大部分应该是非重子物质。目前，现代宇宙学家们认为：在宇宙的物质构成中，常见的重子物质只占总体的 4%左右；23%左右是暗物质；其余的 73%则是所谓的暗能量。

暗物质主要由人类尚未认识的物质所构成，于是，目前有些以太论者认为，以太就是暗物质。但这里忽略了一个基本的事实：到目前为止，暗物质的存在还仅仅表现于宇观世界，比如，在银河系里，若不考虑有质量，有引力作用的暗物质的存在，那么，银河系外围的天体的运动规律，已完全背离了牛顿的力学规则。而以太不只存在于宇观世界，也存在于宏观世界，但在太阳系世界，行星的运动规律完全符合牛顿的力学规则，丝毫不用考虑暗物质的作用，这里的暗物质（它们的质量总和远大于太阳与行星的质量之和）的万有引力作用到那里去了呢？实际上，以太就是物理真空，它是无所谓质量的，与所谓的有质量的暗物质无关。

总之，暗物质问题源于宇观世界的“质量缺失”现象。它的实质是：在宇观的常见物质世界里，用牛顿力学定律不足以解释物质的运动状态。对此，如果认为牛顿力学定律在宇观世界仍然有效的话，就得承认大量的非常见物质的暗物质的存在，这是当今学术界的主流观点；如果认为牛顿力学定律具有局限性，在宇观世界，对它应作适当的修正，从而避免暗物质的引入，这是以往的暗物质替代理论的基本思想。

早在 1930 年代，英国天文学家琴斯(H. Jeans)就指出，在星系尺度上，万有引力定律所表述的引力与距离的关系应当修正；1963 年，罗马大学的奋兹(A. Finzi)又提出了对万有引力定律的另一种修改方案。以色列物理学家密尔格罗姆(M. Milgrom)指出，前二位对引力-距离关系方面的修改，无法重现观察结果，并于 1983 年提出了“牛顿引力动力学修正理论”（Modified Newtonian Dynamics 简称 MOND 理论）[2]。在这里，他引入了一个常数 a_0，当引力加速度大于 a_0 时，牛顿力学定律照常成立，即引力与加速度成正比；当引力加速度小于 a_0 时，引力与加速度的平方成正比了。这一修正理论能很好地复现观察数据，如旋涡星系中的轨道速度随着到星系中心距离的增大而逐渐趋向于一个恒定的值；这个恒定的速度值与星系质量的 4 次方根成正比等等，在这方面它是优于暗物质论的。因此，它被看作是最成功的暗物质替代理论。不过，这一修正理论缺乏基础性的理论依据，只是一种为了解释已知的观察数据而建立起来的“现象性理论”。而且，它对富星系

团内部的“质量缺失”不能很好地进行描述，对引力透镜现象也无法进行解释。可见，这一修正理论不太理想。

那么，是否存在一个即能不借助于暗物质，又带有一定基本性的理论呢？这是有可能的。

8.2、相互作用的区间性

目前已知的有引力、电磁、弱、强四种基本的相互作用，而电、弱统一理论显示，弱相互作用可看成为附属于电磁相互作用。三种主要的相互作用都有着明显的区间作用性：在强子内部和周围，强相互作用起着主要作用；在原子世界，电磁相互作用占着主导地位；引力相互作用在微观世界是微不足道的，到了太阳系世界，它才成了支配天体运动的主宰。既然，引力相互作用不能在宇宙小的方面发挥作用，怎能认为它在宇宙大的方面能独霸宇宙呢？微观、宏观、宇观是人为规定的，人类的生存空间并不是宇宙大的方面和小的方面的绝对分界线。设想在电子上有一种特殊的有智慧的生物，它们可以将原子世界称作“宏观”，而将我们的宏观当作是它们的“宇观”。如果，我们宏观的引力场就是宇宙场，那么，它们的“宏观场”（电场），也应等同于它们的“宇观场”（引力场），但这是不成立的。可见，引力场不会是宇宙场，而只是一种宏观场。实际上，引力场强度对应以太密度梯度，意味着引力是以太连续性的一种属性，当以太密度小到一定程度，以太失去了连续性，引力也将趋于消失。因此，引力场的作用是有限的，在比宏观更大的宇观空间里，还会存在着不同于引力场的宇观场。所谓的“质量缺失”现象，应该是存在着宇观场作用的反映，而不是存在着什么“暗物质”。下面，就此作下具体的探讨。

8.3、宇观场作用论

暗物质论和上述的替代理论有一个共同点，那就是它们都认为引力场是能够支配宇宙中所有物质运动的“宇宙场”。只是，前者认为牛顿力学定律对宇宙是全面适用的，而后者认为牛顿力学定律在宇观世界要作一定的修正。本文则认为：引力场不是宇宙场，它只是一种宏观场，在宇观世界存在着不同于引力场的宇观场，是它的作用造成了“质量缺失”现象。

那么，如何以数学方式来表达宇观场的作用呢？

8.3.1、关于宇观场的二个假设

宇观世界，空间尺度以十万光年、百万光年计，距离用“标准烛光”等确定；光度用谱线的“速度弥散”等指示；年龄用 Hubble 定律等估计；质量用质光关系和位力定理

等计算。这些方法都有较大的误差，因此，描述宇观天体，一般用牛顿力学足够精确了。牛顿力学的表达方式简单、明了，我们就参照这一表达方式来进行尝试。

电、磁、引力等有着相同形式的力的表达式：$F = f\dfrac{m_1 m_2}{r^2}$。$f$ 是恒量，对电力来说，m_1、m_2 代表二个电荷值；对引力来说，m_1、m_2 代表二个质量，即引力荷值，等等。对宇观力也可以有同样的形式。

假设 1：二个宇观力荷（u_1、u_2）能相互吸引，这宇观力的大小 $F = H\dfrac{u_1 u_2}{r^2}$，（$H$ 为宇观力恒量，r 是它们中心之间的距离。）

那么，如何来确定宇观力荷的值呢？大家知道，电荷、质量都是物质的属性，探讨宇观力荷也应该从天体的物质性入手。另一方面，宇观力的特点是在一定范围内，空间越大，它的作用越明显，这显示宇观力荷有一定的空间广延性。质量是没有空间广延性的，但质量物的周围存在着引力势（以太密度），引力场强度就是引力势的梯度。电场强度 E，磁感应强度 B 等也类似地对应着电势 ϕ 和磁矢势 A。本来，人们认为，只有场强 E、B 才是物理实在，但 A-B 效应显示[3]，势 ϕ、A 也是物理实在。而且，在量子理论中，场强是欠定的，而势是超定的，因此势是比场更基本的实在。同样，引力场以太观认为引力势是比引力场更基本的物理实在，宇观力荷应该与它有关。由此，根据有关的观察资料提出如下假设。

假设 2：在有效半径 L 内，天体的宇观力荷与天体的引力势的体积分的正平方根成正比：$u = p\sqrt{\iiint\limits_{\Omega}\dfrac{m}{r}dv} = p\sqrt{2\pi m r^2 + c}$，（$p$ 是常数；m 是天体的质量；r 是离开质心的距离；r < L；Ω 是以 r 为半径的球体积；c 为负数，是宇观效应常数——它使宇观力在宏观世界微不足道，当 r 相当大时，c 可略去不计；$L = b\sqrt{m+h}$；b 和 h 是常数；对任一天体来说，距离质心 L 处的引力场强度恒为 $\dfrac{G}{b^2}$，G 是引力恒量）——因为引力势对应以太密度，所以，这里实际上是认为：宇观力荷与引力场以太的量的正平方根成正比，而 L 可能就是引力场作用的有效距离。

宇观场是有源场，当宇观力荷的分布成球对称时，它的强度可以如电场那样来求：以天体的质心为球心，r 为半径作球面，将这球面内的宇观力荷（有效宇观力荷）看成全集中在球心，以此来计算离质心 r 处的宇观场的强度，而不必考虑球面外的宇观力荷

的影响。

以上二个假设是否成立，要看由它们推算出来的结果能否与观察数据相符。下面就此作下分析。

8.3.2、宇观场分析

由假设 2，在宇观世界，c 可略去不计，天体的有效宇观力荷是：

$$\begin{cases} u = pr\sqrt{2\pi m} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots r < L \\ u = pb\sqrt{2\pi m(m+h)} \cdots\cdots r > L \end{cases} \tag{8.1}$$

结合假设 1，质量为 m_1 、 m_2 的二个天体之间的宇观力应分三种情况：

a、二者的距离都在它们的有效半径之内时：

$$F = H\frac{u_1 u_2}{r^2} = 2\pi p^2 H\sqrt{m_1 m_2}, \qquad r < L_1, r < L_2 \tag{8.2}$$

力与 r 无关。

b、二者的距离在 m_1 的有效半径之内，在 m_2 的有效半径之外时：

$$F = \frac{2\pi Hp^2 b\sqrt{m_1 m_2(m_2+h)}}{r}, \qquad L_1 > r > L_2, \tag{8.3}$$

力与 r 成反比。

c、二者的距离都在它们的有效半径之外时：

$$F = \frac{2\pi Hp^2 b^2\sqrt{m_1(m_1+h)m_2(m_2+h)}}{r^2}, \quad r > L_1, r > L_2, \tag{8.4}$$

在星系的外围，物质作绕星系的圆周运动。在这种情况下，可设外围物质处于星系的宇观力荷分布的有效半径之内，而星系的质心处于外围物质的宇观力荷分布的有效半径之外，应该用（8.3）式计算，而且，因为天体的质量都相当大，h 也可略去不计。于是，外围物质的向心加速度应该是引力加速度与宇观力加速度之和：$\frac{v^2}{r} = \frac{Gm}{r^2} + \frac{k\sqrt{m}}{r}$，

（$k = 2\pi Hp^2 b$， v 是外围物质轨道运动速度， m 是星系的有效质量，）。于是，$v = \sqrt{k\sqrt{m} + \frac{Gm}{r}}$。因此，在星系的外围（$r$ 已足够大），物质的轨道速度将趋向于定值 $\sqrt{k\sqrt{m}}$，这与鲁宾等人的发现相一致。

轨道速度为$\sqrt{k\sqrt{m}}$时，向心加速度的平方$\frac{v^4}{r^2}=\frac{k^2m}{r^2}=h\frac{Gm}{r^2},(h=\frac{k^2}{G})$，这里显示了与 MOND 理论和观察数据相符的关系，即引力与加速度的平方成正比，速度的 4 次方与天体质量成正比的关系。在我们看来，MOND 理论是在这样情况下的一种近似：外围物质处于星系的宇观力荷分布的有效半径之内，而星系的质心处于外围物质的宇观力荷分布的有效半径之外，而且，宇观场的作用远大于引力场的作用，引力场的作用可以略去不计。

原来，人们以为天体的加速度都是引力加速度；现在，天体的加速度应该是引力加速度与宇观力加速度之和。这说明，以往通过引力定律计算出来的天体的质量，其实不是纯粹的引力质量，其中还包含着由宇观力造成的“宇观质量”。设天体的质量为 M，它包括引力质量m和宇观质量$m^{'}$即 M=$m+m^{'}$。天体的引力加速度，以往用$a=\frac{G(m+m^{'})}{r^2}$计算，现在应该用$a=\frac{Gm}{r^2}+\frac{k\sqrt{m}}{r}$计算，由这二式可得：

$$m^{'}=\frac{kr\sqrt{m}}{G} \tag{8.5}$$

部分的宇观质量$m^{'}$就是所谓的“暗物质”。由（8.5）可知，它与r成正比，即天体离开星系质心的距离越远，根据它的运动状态，运用牛顿定律计算出来的星系的“暗物质”越多。它是由内向外逐步增加的。另外，当人们分别用一个星系内部的天体和一个星系外围的天体来计算该星系的质量时，得出了不同的值，这时，一般不怀疑前者的结果，而认为后者是受到了暗物质的作用，这样就把星系内部的$m^{'}$等同于m，而将外围的$m^{'}$当作是“暗物质”。这二种情况就是产生“暗物质”分布在星系外围的“假像”的缘故。

下面对银河系的有关的量作下粗略的估算（下面统一用米·千克·秒制）。

由于已知的银河系的质量包括了宇观质量，它的引力质量应该比这小得多。取它的引力质量m=4×10^{40}，$\sqrt{k\sqrt{m}}$=2×10^{5}，得$k\approx 2\times 10^{-10}$。那么，银河系对离开银心 5 万光年处的天体的引力加速度和宇观力加速度之比：$\frac{Gm}{r^2}:\frac{k\sqrt{m}}{r}\approx 1:7.089$，即在该处，引力不到宇观力的 1/7。

另外，MOND 理论不能正确地处理与引力透镜有关的运动；而我们的理论可以解释引力透镜现象：光子是具有动态质量的粒子，它有引力势，就具有宇观荷，也参与宇观场的作用，所以，光线在引力场或宇观场里都会弯曲, 而产生透镜现象。星系的宇观力远大于引力，宇观的“引力透镜”现象，其实主要是“宇观力透镜”现象。

8.3.3、对天体测量中的四个反常现象的解释

在当代的天体测量中，相继发现了四个反常现象，至今还没有令人满意的解释[4]。宇观场作用论有可能对它们作出合理的说明。

前面指出：以往通过引力定律计算出来的天体的质量，其实不是纯粹的引力质量，其中还包含着由宇观力造成的“宇观质量”。

a、先锋号反常：20 世纪 70 年代，美国向几乎相反的方向发射了二个飞越太阳系的飞船：先锋 10 和 11 号。在整个发回讯号的存续期里，它们飞行了几十个天文单位，均测到存在一个不明原因的，向着太阳的，大小恒定为 $8.74\times10^{-10}\mathrm{m/s^2}$ 的加速度。对这个反常，除了认为是某种系统误差外，无法用现有理论解释。而在宇观场作用论看来则很简单：这是宇观场的作用引起的，当太阳和飞船之间的距离都在它们的有效半径之内时，宇观力与距离无关，是恒定的。进一步说，我们知道的太阳的质量，是在地球上测量出来的，实际上也包含了一定的宇观质量，因此，当飞船在地球轨道附近飞行时，不会发现它的异常；当飞船远离地球轨道时，由宇观力引起的异常就明显了。同时，这里也显示，常数 h 比较大。

b、月球轨道偏心率的增加：2006 年 William 首先指出：月球轨道的偏心率在随时间增大，后来经由多人的验证，肯定了这个反常现象的存在，它对现有的物理学基本原理提出了挑战。在宇观场作用论看来，这个现象的存在是很自然的：以往人们认为月球的轨道完全由万有引力决定，月球的质量是纯粹的引力质量；而实际上，宇观场的作用对月球的轨道也会有小小的贡献，一般认识的月球质量里其实包含了宇观质量；引力相互作用与距离的平方成反比，而根据（2），宇观力相互作用与距离无关，是恒定的；因此，单纯由万有引力定律计算出来的月球轨道，必然存在误差，这种误差虽然很小，但随着时间的累积，就表现为月球轨道偏心率的增加。

c、天文单位长期增加：从 2005 年始，人们发现天文单位在不断增加，这使科学家们疑惑不解。而在宇观场作用论看来，导致这个现象的原因与月球轨道偏心率的增加完全相同。地球绕太阳的运动主要靠引力相互作用，但也有宇观场作用的参与，以往人们根据引力定律得到的太阳的质量值，其实包含了“宇观质量”。 引力与宇观力的相互作

用方式有一定的差异，因此，单纯由万有引力定律计算出来的天文单位，必然存在误差，它随着时间的累积，就表现为天文单位的长期增加。

d、飞掠地球反常：对好几个飞船的测量都显示，当飞船掠过地球时，从地心参考系看飞船轨道能量有一个不正常的增加。在本文看来，这也是宇观场作用的结果：人们都是根据牛顿引力定律来确定物体质量的，飞船、地球的质量依据地球对地面上物体的引力来确定，其他天体的质量是依据天体的远距离运动轨道来确定，而宇观质量与相互作用的距离成正比，因此，飞船、地球的质量是比较纯粹的引力质量，而其他天体都包含了较多的宇观质量。于是，当飞船主要是在太阳等其他天体的作用下运行时，我们用引力定律来计算是相当正常的，因为，这里其实把宇观场的作用也包含进去了；而当飞船掠过地球时，人们只认为它是在单纯引力的作用下运行，而没有考虑宇观场的作用，从而出现了能量意外增加的“反常”。

8.4、讨论

以上表明，宇观世界的“质量缺失”现象，是存在宇观场作用的表现。宇观力有着与引力、电力等相似的经典表达方式；宇观荷同引力势密切相关，它的一个特点是：其分布有确定的有效半径。

二个天体之间的宇观力分为 a、b、c 三种情况，即随着这二个天体之间的距离的变化，它们之间的宇观力会发生跳跃式的变化，这对星系核、星团等的形成等等将产生特殊的作用。对此，有可能通过理论分析和天文观察来加以检验。当然，这种跳跃性也表明我们的理论是初步的，近似的，实际的力的变化曲线应该是圆滑的。

宇观场作用论是一个新的暗物质替代理论的初步方案，它有待进一步的修正和补充,如需要新的观察数据和理论分析来确定H、p、c、b、h、L以及天体的纯粹的引力质量等等。同 MOND 理论一样，宇观场作用论的假设是根据有关的观察数据作出的，因此它能得出一些与观察数据相符的结论，这不足以证明它的正确性；不过，它能说明 MOND 理论的适用范围，解释天体测量中的四个反常现象，这些显示了它的合理的潜力。

参考文献

[1]、李啸虎，科学风云录，上海科技教育出版社，2001，P291。

[2]、Mordehai Milgrom, Does Dark Matter Really Exist? Scientific American, August, 2002, P30.

[3]、王长荣，A-B 效应及其物理诠释，现代物理知识，总 103 期，P12。

[4]、须重明，相对论天体测量的进展，自然杂志，32（5），2010，pp292-293。

第九章 宇宙的Smarandache几何模型

如前所述，以太造就了宏观的引力场，宇观的宇观场和相对论性现象；而微观的以太粒子能激发成虚光子、虚胶子而造成电磁场、色场；虚光子、虚胶子又能进一步激发成轻子和夸克而构成各种实物，如此看来，以太确实是我们已知世界的“万物之源”了。不过，物质世界总是既统一又不统一的，所谓的万物之源，一般只是对局部的物质界而言。比如，任何生物体都由细胞构成，因此，细胞是生物界的“万物之源”；但生物界只是物质界的一部分，作进一步探究，我们发现，所有的有机物和无机物都由原子组成，所以，原子可看成是所有物体的“万物之源”；但这也只是人类认识的一个阶段，接着，人们认识到轻子和夸克才是常见实物的“万物之源”；现在，我们又意识到，以太是已知的物质现象，即所有实物和场现象的“万物之源”。同样，目前我们认识的物质界，也不会是宇宙的全部，还会有更广泛的物质世界等待我们去求索。

9.1、疑难不断的现代宇宙学

了解宇宙的全貌是人类世世代代梦寐以求的目标。物理学研究的深入发展，激发了人们从整体上认识宇宙的欲望。而以物理学为基础的高科技，创造了口径越来越大巨型光学望远望、空间 X 射线和红外线望远镜以及地域甚大的天线阵列射电望远镜，这不仅使人们观测宇宙的窗口从红外、可见光一直延伸到 X 射线和γ射线整个波段，还使观测宇宙的时空尺度伸展到了 100 亿光年以上。如今，在人类面前，已展现出一幅生动壮观的宇宙画面。

1917 年，爱因斯坦发表了著名论文《用广义相对论对整个宇宙的考察》，开创了宇宙学的研究。爱因斯坦根据广义相对论认为，任意一点的四维时空连续区的度规应由物质及其分布状态决定。由于物质分布在局域上看是不均匀的，时空连续区的局域度规也将是复杂的。然而从大的范围上看，宇宙的物质及状态的分布是均匀的，所以度规是缓慢弯曲的，呈近似球形空间。为了使物质有可能呈准静态分布，爱因斯坦在引力场方程中增补了一个 Λ＞0 的附加项。1927 年，比利时的勒梅特（Lemaitre Abbe′ GeorgesEdouard1894～1966）提出大尺度宇宙空间随时间膨胀的预言。那么，宇宙究竟是静态的还是膨胀的呢？哈勃作出了令人信服的回答。

1929 年，哈勃仅以 24 个已知距离星系的观测资料为依据，得出了速率-距离的关系，即哈勃定律 $v_r=H_0r$，r 为距离，v_r 为星系对银河系的视向速率，H_0 是哈勃常数。哈勃的这一结果，不仅证明了整个宇宙处于膨胀之中，而且这种膨胀速度与距离 r 成正比，因而

既是处处没有中心又是处处为中心的。既然宇宙在膨胀，那么，把时间反推回去自然得出宇宙起源于一场大爆炸。这初看起来完全是一个大神话，但它有广义相对论作为它的理论基础，有哈勃定律作为它的观察支持，后来，又逐步发现了“大爆炸的余尘”宇宙背景辐射、氦元素的丰度符合大爆炸理论的计算结果等等，于是，大爆炸宇宙学成了一种标准模型。然而，现代宇宙学从其诞生之日起就疑难缠身[1]，而且，它的发展过程往往是以新的疑难来掩盖旧的疑难。

用大爆炸宇宙学来探讨初始宇宙时，存在着三大疑难。

一是视界疑难。视界是因果联系的区域，由于受到有效传播时间的限制，在早期宇宙中，不同的视界之间不能以热信号或光信号等相互联络，因此，它无法说明目前宇宙的普遍性的因果联系。比如，在全天空，宇宙背景辐射的温度，直到 10^5 分之一的程度都是均匀的，这是目前宇宙存在着普遍性因果联系的有力证据。

二是平直性疑难。宇宙的平直性与宇宙学密度相关，目前的宇宙学密度约为 1，即我们的宇宙是平直的，这要求早期的宇宙学密度要更精确地等于 1，因为，如果早期的宇宙学密度的值与 1 有些偏离，那么，这一偏离就将急剧增长，而破坏宇宙的平直性。但是，初始宇宙物质密度非常大，半径又相当小，按照广义相对论，其曲率应该很大，怎么会是平直的呢？

三是磁单极疑难。根据有关理论，宇宙大爆炸后，随着能量的逐步降低，会发生对称性的“自发破缺”，在不同视界的相交处将会产生磁单极。因为磁单极的质量很大，它的质量密度将是重子质量密度的 10^{14} 倍。这是一个灾难性的预言，因为，既然磁单极这么多，它早就应该被发现了，但实际上却至今没有发现一个！

为了消除这些疑难，1980 年代初，出现了 “暴胀”理论，它的基本假设是：在大统一对称破缺时期，宇宙经历了一次难以想象的剧烈膨胀，它使一个视界的体积就暴胀成了我们所能探测到的整个宇宙。这样一来，以上三个疑难就迎刃而解了：因为我们的宇宙是由一个视界暴胀起来的，视界疑难自然不再存在；磁单极也成了个别现象，至今没有发现就不足为奇；在暴胀中，宇宙的曲率半径增加了大约为 10^{43} 的因子，所以，无论初始宇宙如何弯曲，暴胀后，它都将是平直的。但是，所谓的暴胀是个怎样的图景呢？那是在远不到 1 秒的时间里，一个原子大小的东西，一下子变成了比银河系还要大的庞然大物。这样的描述连神话都构思不出来，可能吗？这是一个更无法解答的大疑难。另外，这样的暴胀速度将是光速的 10^{30} 倍以上，这是在根本上与相对论过不去。有人说：宇宙的膨胀是时空的膨胀，这不同于物质的膨胀，因此可以超光速。这是个诡辩，这里

所谓的时空就是以太，它也是一种物质，不是真正的空间。

暴胀理论预言宇宙学密度为 1，而重子物质的产生速度远远跟不上时空的暴胀速度，因此，重子物质的密度远小于 1，于是，宇宙的主要成分应该是人们还未认识到过的非重子物质——暗物质。宇宙中的大部分物质竟是我们从未认识到的，它们究竟是何物，又成了一个大疑难。

暴胀后的宇宙应该持续减速膨胀。然而，用现代宇宙学的理论来分析天文观察数据，却发现：宇宙还在加速膨胀！这一异常，又触发了宇宙学家们的想象空间，他们认为：宇宙空间存在着比暗物质更大量的“暗能量”。被爱因斯坦发明，后来又抛弃的宇宙学常数，又被他们当作宝贝拣了回来，成为了暗能量的代表。一般的能量总是与质量相联系的，有能量就有质量，能量代表斥力，质量代表引力；但这暗能量只有加速宇宙膨胀的斥力作用，而没有引力作用。这样的暗能量比暗物质更神秘莫测，它有可能存在吗？它究竟是什么？这又是一个天大的疑难！

以新的疑难来取代旧的疑难，只是一种权宜之计，不是科学的作风，是到反省的时候了！那么，造成宇宙学疑难不断的根源是什么呢？这要从现代宇宙学的基础中去探究。现代宇宙学的理论基础是广义相对论；它的实验基础是河外星系的普遍性红移、宇宙背景微波辐射、元素的丰度等等。我们就对此来作些分析。

广义相对论是有局限性的。爱因斯坦自己就说过：“对于很大的场密度和物质密度，场方程以及这些方程中的场变数，都不会有实在意义……这些方程不可扩展到这样的一些区域中去。”对此，霍金也说：“广义相对论导致了自身的失败，它预言它不能预言宇宙。”1970 年，彭罗斯和霍金证明了：如果广义相对论正确，那么，时空一定存在奇点。这里所谓的奇点，就是场密度和物质密度趋向无限大的点，这是广义相对论局限性的一个表现。然而，人们，包括爱因斯坦和霍金，只是对引力方程修修补补，或者用量子效应绕开奇点，总体上还是在广义相对论的基础上描述整个宇宙。

现代宇宙学把广义相对论的数学模型——黎曼空间当作就是实在的弯曲空间，认为宇宙是一个无界而有限的四维时空。其实，所谓的时空的弯曲只是对以太分布不均匀的一种数学描述，真正的时空不会弯曲。数学模型是科学理论的必需，但数学模型也常常会迷惑人。站在前沿的宇宙学家是科学界的精英，他们想象力丰富，数学功底深厚。每当灵感闪现，他们将构建新的数学模型，经过设置和调节一定的参数，将会得到在某些方面与实际现象相符的数据。于是，他们往往会把数学模型等同于现实的物理机制，疑难也会随着而生。

广义相对论只是一种引力论。而引力场只是一种宏观场，现代宇宙学却把引力场当成了能够支配整个宇宙的“宇宙场”，以此作为理论基础，不产生疑难那才怪呢。

现代的大爆炸宇宙学，建立在一个不可靠的理论基础之上；所谓的三大证据，也有不少是牵强附会。现代宇宙学认为氦都是在宇宙大爆炸后，温度降到一定程度时的产物；宇宙背景微波辐射就是宇宙大爆炸的“余尘”；河外星系的普遍性红移是多普勒红移。然而，一种现象可能有多种原因引起，现代宇宙学将他们的认识当作是唯一的解释，从而铸成了大错。

在所有年轻的恒星中都含有丰富的且同样丰度的氦元素。对此，现代宇宙学认为：这些氦是在宇宙大爆炸后的产物。如果跳出大爆炸宇宙学的思路，所谓的年轻恒星，只是天体生生死死无穷次反复演变的一瞬间，而氦是由星体内氢的核燃烧产生的，氦的丰度是天体无穷次反复演变的结果。处于相同演变阶段的天体有同样的氦丰度不足为奇。

任何天体都在不停地辐射、反射、折射、吸收着电磁波。在太空中，这些电磁波经历了无限长时期的捣腾，形成了宇宙背景辐射是很自然的。它可看成是太空中的宏观的真空起伏，是以太海洋里“无风三尺浪”的表现，本来如此，以后也会如此。把它当作“大爆炸”的余尘，倒象是种神话。

关于光谱线的红移，有多普勒红移、引力红移、光子的能量衰减红移等等。其中，由于光速的巨大，光子的能量衰减红移在宏观世界不会有明显的表现，但在宇观世界就会显示出来了。实际上，宇宙背静辐射的存在，表示太空中的以太不是完全超流动性的，这意味着它会有那么一点点的粘滞性，于是，光在星系间的远距离、长时间的传播中，会消耗能量。如果跳出大爆炸宇宙学的思路，认为宇宙是无限的，那么，光线的多普勒效应所产生的河外星系的红移和蓝移应该是均等的，河外星系的普遍性红移就不是多普勒红移，而主要是光子的能量衰减红移。

把河外星系的普遍性红移当作多普勒红移，是现代宇宙学的一大要害。它是确定宇宙在膨胀，而且是在加速膨胀的一个关键。消除了这个要害，所谓的宇宙膨胀、暗能量，乃至整个大爆炸宇宙学就无立足之地了。

使现代宇宙学盛行的还有一个因素是对理论的一种形式化的评判标准，认为只要前提简单，可以计算的就是好理论。现代宇宙学用一个引力场方程来描述整个宇宙，多么简单！调节宇宙学常数、哈勃常数等等参数，能够对宇宙现象作出合乎逻辑的解释，又是多么的漂亮！然而，逻辑只是思维的规律，不一定是自然界的规律。物理内涵的可靠性比形式上的简单性和逻辑性更重要。

宇宙是无限的，它的每一个局部都在运动着，演化着，但宇宙不会整体创生或毁灭。如果宇宙学是有关局部宇宙演化的学问，这有一定的合理性；如果认为宇宙学应该描述宇宙整体的演化，那么，它的大前提错了！解释宇宙的整体创生或毁灭，是宗教的专利，科学不应该夺其所爱。

实际上，已经有越来越多的科学家意识到了现代宇宙学的荒诞性。比如，2004 年 5 月 22 日，英国的《新科学家》杂志发表了 34 位科学家和工程师签名的《致科学界的公开信》（上网后，又很快获得了 185 位科学家的网络签名），对大爆炸理论进行了口诛笔伐。他们尖锐地指出："更重要的是，大爆炸理论从来没有任何量化的预言得到过实际观察的验证。该理论捍卫者们所宣称的成功，统统归功于它擅长在事后迎合实际观察的结果：它不断地在增补可调整的参数，就象托勒玫的地心说总是需要借助本轮和均轮来自圆其说一样。"[2]确实，目前宇宙学中的三大要素：暴胀、暗物质和暗能量，好比现代的本轮、均轮，是臆造出来的东西。

9.2、区间场以太观

一般认为有四大相互作用：强相互作用、弱相互作用、电磁相互作用和引力相互作用，而电弱统一理论意味着弱相互作用可以被看成附属于电磁相互作用，因此，已知的是三大相互作用。这三大相互作用对应三大力场：色场、电磁场和引力场，加上本文引入的宇观场，共四大力场，它们的作用范围都有着明显的区间性。如果认为宇宙是无限的，那么，我们认为：宇宙中存在着一系列区间场，它们分别在一定的空间尺度范围（某场区间）中占主导地位。另外，区间场与一般的场一样，也是一种物理量连续分布的状态，而不代表某种基本存在的物质。因此，正如引力场由引力场以太所造成一样，我们进一步认为，各区间场也应该由相应的区间场以太所造就，引力场以太只是无数种区间场以太中的一分子。

区间场以太观把各种区间场在物质性上平列起来了。但实际上，在我们的认识范围里，引力场有着特殊的地位。比如，无论引起物体加速运动的是电力、磁力或其他什么力，在与加速物体相对静止的坐标系上，总是表现为存在着引力场。这是怎么回事呢？情况是这样的：生活在地球上的古人，因为不了解其他星球的真面貌，于是，把地球看成是宇宙的主体，太阳、月亮、星星只是宇宙的装饰物；同样，由于人类生活在引力场区间中，还未意识到其他区间场的存在，无意中就把引力场以太当作了唯一的区间场以太了。将某一区间场以太当作是唯一的区间场以太的看法，本文称之为"某场以太性"。即人类现在所持的是引力场以太性的物质观，人们所能认识到的一切物质现象，都可看

成是引力场以太的种种表现。色场、电场和本文所说的宇观场，它们都不是真正的区间场，而是引力场以太受相应的区间场的作用而表现出来的现象。实际上，量子性、二象性及以太的粒子性等等都是引力场以太受微观区间场的作用而表现出来的现象，可以这样来理解区间场以太之间的关系：以太粒子之间充斥着连续分布的微观区间场以太，如此等等。

有一个问题曾使人疑惑：为什么在人类生活的宏观世界里，物质现象是那么的清晰、直观，而在微观世界和宇观世界中，情况却不是这样，那里存在着难以直观理解的二象性、不确定性原理、类星体等等现象，难道这是大自然对人类的青睐？现在，对此有了答案：微观和宇观世界的特殊现象是由于人们用引力场以太性来描述相邻场区间中的物质现象的缘故，是区间场之间的相互作用造成的。显然，这种描述离开本场区间越远，物质被“扭曲”的程度就越厉害，最终必有一个极限。这从引力场以太性中的定量描述的实质来看也很显然：在引力场以太性中，由于引力场以太的特殊地位，在真空中，由引力场以太传播的光的波速被当作了极限速度，并以此为基础形成了引力场以太性的定量描述的时空观——相对论时空观。在这里，时间和长度的标准取决于引力场以太的密度，即引力场以太粒子的间距。于是，作为引力场以太“分子”的玻色子（以太粒子等）的大小已经无法确定，对于构成这种玻色子的轻子及夸克，就只能认为是“点”粒子，不可再分了。不过，如果用微观区间场以太性的“眼光”去观察，那些实物不是点粒子，它们都是有内部结构的，是可分的。因此，若把所有场以太性中的“实物”串联起来，这种广义的实物系列是无限的。

物理学家 D.博姆，关于“显析序”和“隐缠序”的思想[3]，在这里可以获得明确和拓展：在微观世界，我们熟悉的各种实物粒子和电磁场、色场等等构成了显析序；它们时时刻刻地受到微观区间场的作用，这种作用我们难以直接感知，它们作为隐缠序，以虚数波的形式对微观粒子进行导引，从而产生了二象性、量子性等微观世界的特性。同样，在宇观世界，作为显析序的天体，必定也会受到由宇观区间场所造成的隐缠序的作用。河外星系的普遍性红移，类星体现象等等宇观世界的特殊现象，就可看作是这方面的一些表现。

相对论时空观是引力场以太性的定量描述的时空观。当人们用引力场以太性来描述微观世界时，由微观世界的隐缠序引起的特殊关系，要用量子力学来处理，量子力学与相对论相配合能够很好地描述微观的物质现象。同样，用引力场以太性来观察宇观世界时，宇观世界的隐缠序也会造成一些难以直观理解的定量关系。因此，本文认为：在引

力场以太性中，正如要用量子力学来配合相对论对微观世界作定量描述一样，应该建立一种“宇观力学”的特殊体系，来定量地配合相对论去揭示宇观世界之谜。

为明确起见，对有关的区间作如下命名：如图 9.1 所示，引力场区间为“宏观”；比宏观大，但能用引力场以太性加以描述的区间为“宇观”；小于宏观，但能用引力场以太性加以描述的区间为“微观”；大于宇观的叫“超宇观”，小于微观的叫“超微观”。超宇观和超微观是人类目前无法认识的。

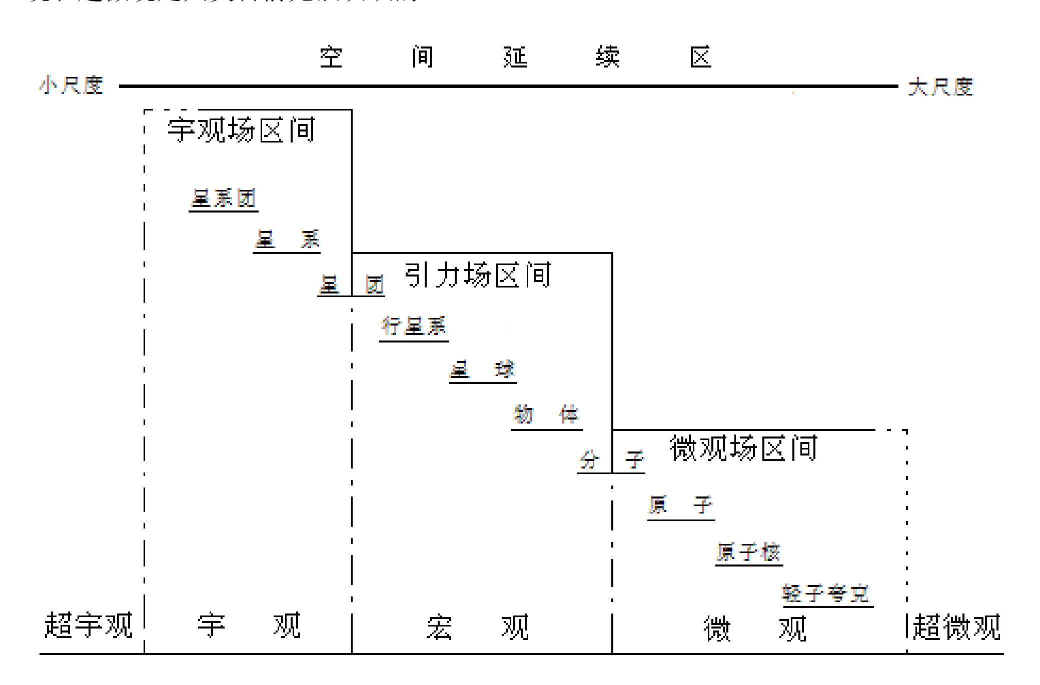


图 9.1 实物分割阶层与场以太区间阶层之间的关系示意图

图 9.1 可以被看成是图 9.2 的宇宙空间图沿某条半径 OP 的剖面图。

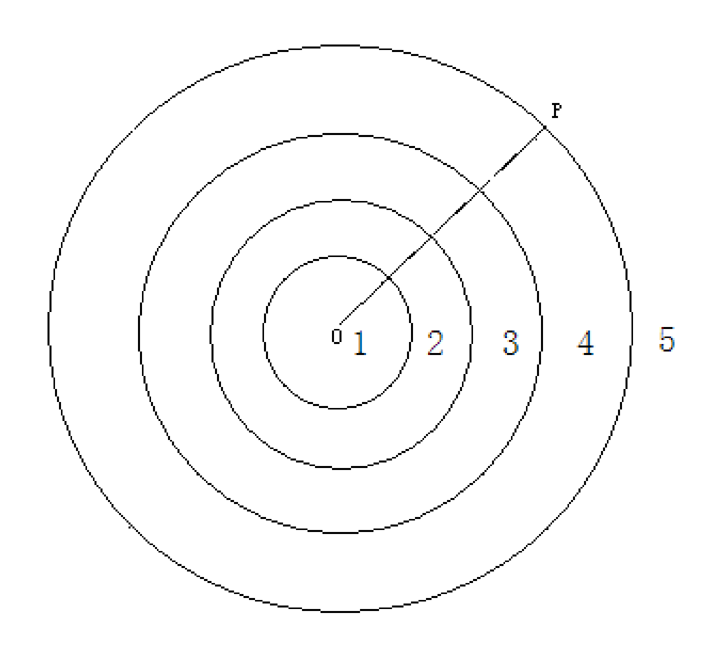


图 9.2 宇宙空间图，1、超微观区域；2、微观区域；3、宏观区域；4、宇观区域；5、超宇观区域。

不同的区间场以太性，由于各自立足的物质观不同，就会有各自独立的真空观、实物观、定量性的时空观。我们认为是粒子的东西（如光子），不一定对应微观区间场以太性中的实物；而我们所认识的电子形象，在微观区间场以太性中定将面目全非；我们看来是十分奇特的类星体，在宇观区间场以太性中倒可能是很普通的物质现象。

引力场以太造就了相对论性时空观，在第三章里，我们用一个半椭圆形表示宏观物理学时空的 Smarandache 几何（图 3.3）。区间场以太造就了各自独特的物理学时空观，因此，每个区间场以太性的时空，都可以用一个半椭圆形表示，于是，整个宇宙可以用一系列的半椭圆形 A、B、C……表示，而且，因为微观空间受引力场以太和微观的区间场以太双重作用；宇观空间受引力场以太和宇观的区间场以太双重作用等等，所以这一系列半椭圆形应该前后部分重叠。这就是区间场以太观的 Smarandache 几何，如图 9.3 所示。

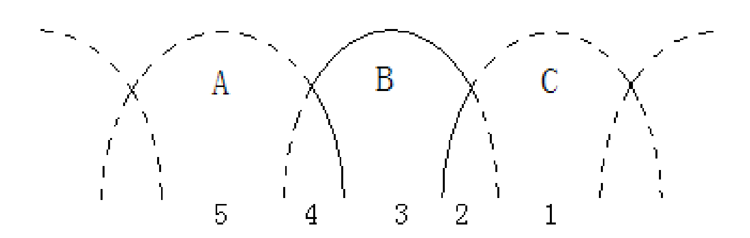


图 9.3 区间场以太观的 Smarandache 几何，1、2、3、4、5 的含义与图 8.2 相同；A

是宇观场以太区间的 Smarandache 几何；B 是引力场以太区间的 Smarandache 几何；C 是微观场以太区间的 Smarandache 几何；微观区间 2=C∩B；宇观区间 4=B∩A 等等。

9.3、宇宙的无穷阶等级式 Smarandache 几何

前面已经说过，若把各区间场以太性中的实物串联起来，这广义的实物系列就形成一无穷的阶层。本文称这无限的实物系列为“一阶等级式宇宙模型”。

事物的矛盾普遍性，也决定了物质存在形式的无限多样性。本文认为，不但实物、区间场以太的存在形式是无限的，物质的基本存在形式也是无限的。区间场以太是比实物高一阶的物质基本存在形式，在区间场以太之上，还会有更高一阶、高二阶……及至高无穷阶的物质基本存在形式存在。区间场以太和比它更高阶的物质基本存在形式，在我们看来都是看不见，摸不着的真空态物质。从这个角度来说，物理真空是比实物更丰富，更广泛的物质存在形式。

以上的设想，使本文对整个宇宙的物质构架有了一个大概的轮廓：广义的实物是无限可分的；区间场以太把广义实物分割的无穷系列，划分成了具有区间场以太之间性质差异的一个个场区间；在这无限的场以太系列中，又可进一步划分成比区间场以太更高一阶的物质基本存在形式的物质阶层；如此等等，以至无穷。对于这样的宇宙物质构架，本文就称之为“无穷阶等级式宇宙模型”。

一阶等级式宇宙模型是宇宙的实物分布模型。图 9.3 所示的 Smarandache 几何为一阶等级式 Smarandache 几何，它表示区间场以太观的时空几何分布模型。根据上述对整个宇宙的物质构架的设想，整个宇宙的物理时空是无穷阶等级式 Smarandache 几何，如图 9.4 所示。

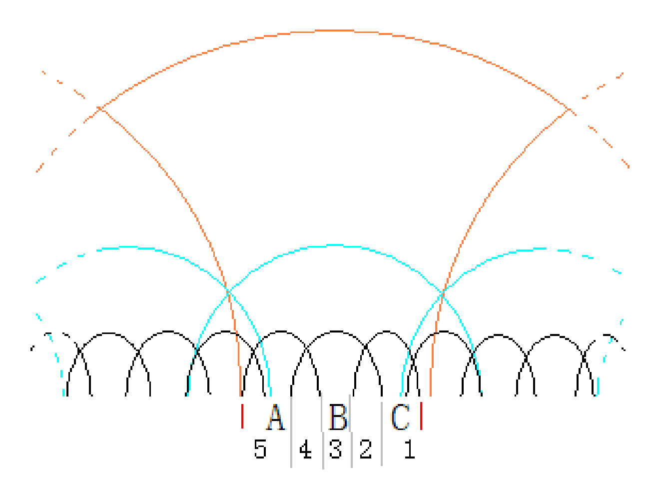


图 9.4 宇宙的无穷阶等级式 Smarandache 几何，1、2、3、4、5 和 A、B、C 的含义

如图9.2、9.3；黑色系列是区间场以太阶层；绿色系列是比区间场以太高一阶的物质阶层；棕色系列是比区间场以太高二阶的物质阶层；如此等等。

在局部的物质界里，普遍存在着“多阶等级式”现象。拿植物界来说，植物在长期的进化过程中，形成了成千上万个物种，在种之上可分成属；在属之又上可分为科；而在科之上还可以依次地分出目、纲、门等等，这些“种”、“属”、“科”、“目”、“纲”、“门”等等就代表了植物的一些基本特征。局部的物质界是有限的，宇宙是无限的，整个宇宙的物质构架当然是“无穷阶等级式”的。在这无穷阶的物质阶层中，除了第一阶的实物阶层外，其余的都是真空态物质，真空可是奥妙无穷呀。

以往的主流宇宙说，总是把某种物质形式放到宇宙的中心地位，从而都可归结为“中心宇宙说”：亚里士多德的原则观是地球中心说；哥白尼的原则观是太阳中心说；等级式宇宙学是实物中心说；牛顿和以广义相对论为基础的宇宙论是引力场中心说等等。它们都是十分片面的。每个局部的物质界都会生生不息地运动、演化，但包罗万象的宇宙不可能整体创生或毁灭。

参考文献

[1]、张欣，前沿物理学世界名题欣赏，北京，中国科学技术出版社，2002。

[2]、全志钢，大爆炸或许从未发生过，新发现，2006年6月，P40。

[3]、戴维. 玻姆，整体性与隐缠序，洪定国等译，上海科技教育出版社，P159-193。

内容提要

真空不空，奥妙无穷。称真空态物质为以太，它好比 Smarandache 教授所说的 Unmatter 或 Unparticles。说明和探讨了以太的宏观效应，微观表现和宇观作用。绝对时空是最基本的时空，在这里，以太是可压缩的超流体，如果以太均匀分布，就没有实物粒子，因为，实物的质心是以太密度的极大值点。以太密度的变化，会引起现实的时空标准的变化，从而导致了定量效应，这包括相对论性效应和量子效应等等。相对论是以光作为时空衡量标准的一种定量描述理论，在这里，以太的分布永远是处处均匀，各向一致的，这就是所谓的洛伦兹对称性，它只是一种可行的数学模型，对超光速是无效的。引力场是以太密度波包，它的作用不是无限的。在星系、星系团的世界里，以太的宇观作用，将超过并达到引力作用的 10 倍左右。因此，不能只用引力场方程来描述宇宙。书中运用了 Smarandache 教授提出的方法论和有关概念，描绘了相对论、宏观物理学、区间场论和无穷阶等级式宇宙学的 Smarandache 几何模型。

Abstract

The vacuum is not void, there is infinite mysteries in it. The matter in vacuum state is called the ether, which is like the unmatter or unparticles called by Prof. Smarandache. Its macroscopic effects, microscopic representation and mucroscopic interaction are explained and researched. The absolute space-time theory is a most basic space-time theory, where the ether is a compressible superfluid, it is without a real particle if the distribution of ether is homogeneous because a mass center is the point of maximal value of the ether density. A change in the ether density causes a change in the actual space-time standard, and thus leads up to quantitative effects, which include the effects of relativity and quantum etc.. The relativity is a theory of quantitative description, where the distribution of ether is always homogeneous and isotropic everywhere, which is just so-called Lorentz symmetry, and it is only a practicable mathematical model, it is not applicable to faster than light velocity. The gravitational field is a ether density wave-packet, whose interaction is not infinite. The mucroscopic interaction of ether will surpass gravitational interaction and is about ten time of it, so that describing cosmos can not use only the gravitational field equation. The methodology and related concepts proposed by Prof. Smarandache are applied, and Smarandache geometry models of relativity, macro-physics, interval field theory and infinite order and hierarchical cosmology are described in this book.